

Switched transmission for automobile has single switched coupling and at least 2 partial drive trains respectively coupled to engine drive shaft via switched coupling and directly

Patent number: DE19924501
Publication date: 2000-12-28
Inventor: GOEDDEL THOMAS (DE); HENZLER STEFFEN (DE)
Applicant: DAIMLER CHRYSLER AG (DE)
Classification:
- **international:** *F16H3/091; F16H3/097; F16H61/04; F16H61/70; F16H3/08; F16H61/04; F16H61/70; (IPC1-7): F16H3/093; F16H3/08; F16H3/12; F16H61/02*
- **european:** F16H3/091; F16H3/093B; F16H61/04B
Application number: DE19991024501 19990528
Priority number(s): DE19991024501 19990528

Report a data error here

Abstract of DE19924501

The switched transmission has a single switched coupling (22) and at least 2 partial drive trains (10,12) with individual couplings (SK1-SK4, 60-62,64-67), for connecting the engine drive shaft (16) to one or other partial drive train via the switched clutch, the other partial drive train coupled directly to the engine drive shaft. An Independent claim for a switching method for a switched transmission is also included.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

THIS PAGE LEFT BLANK



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 24 501 A 1**

zu Pg 06168

⑤1 Int. Cl. 7:
F 16 H 3/093
F 16 H 61/02
F 16 H 3/12
F 16 H 3/08

②1 Aktenzeichen: 199 24 501.0
②2 Anmeldetag: 28. 5. 1999
④3 Offenlegungstag: 28. 12. 2000

DE 199 24 501 A 1

⑦1 Anmelder:
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:
Göddel, Thomas, Dipl.-Ing., 66914 Waldmohr, DE;
Henzler, Steffen, 73560 Böbingen, DE

⑤6 **Entgegenhaltungen:**

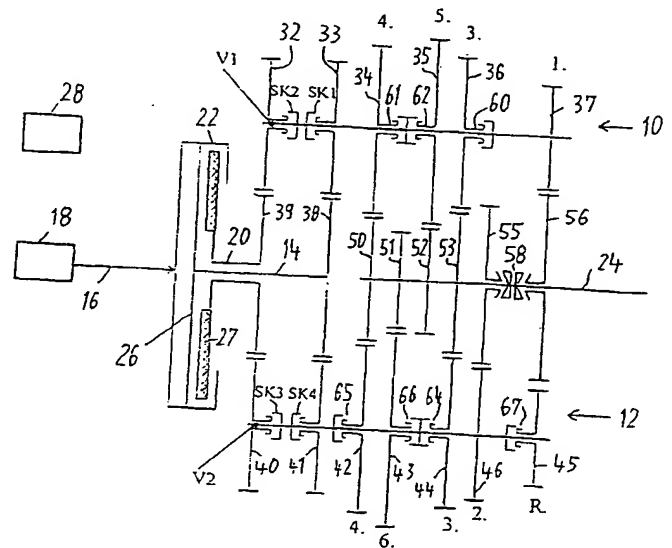
DE	196 31 983 C1
DE	33 09 869 C2
DE-PS	6 13 408
DE	195 48 622 A1
DE	42 36 515 A1
DE	40 31 851 A1
US	51 86 065
US	46 58 663
EP	08 27 861 A2
EP	07 97 025 A1
EP	07 80 596 A2
EP	01 73 117 A1
EP	00 87 681 A2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Lastschaltbares Stufenwechselgetriebe

⑤7 Lastschaltbares Stufenwechselgetriebe mit einer einzigen Lastschaltkupplung (22) und mit mindestens zwei Teilgetrieben (10, 12), die mit Schaltkupplungen versehen sind. Die Lastschaltkupplung (22) kann alternativ je einem der Teilgetriebe (10, 12) zugeordnet werden, wobei die jeweils anderen Teilgetriebe (10, 12) keine Lastschaltkupplung in ihrer Antriebsverbindung haben.



DE 199 24 501 A 1

Die Erfindung betrifft ein lastschaltbares Stufenwechselgetriebe mit einer Lastschaltkupplung gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1.

Ein lastschaltbares Stufenwechselgetriebe dieser Art ist aus der DE-C-196 31 983 bekannt. Sie zeigt ein Doppelkupplungsgetriebe mit einer Synchronisierereinrichtung. Das Doppelkupplungsgetriebe besitzt zwei Eingangswellen, die alternativ über je eine der beiden Reibkupplungen der Doppelkupplung mit einer Motorwelle verbindbar sind. Hierbei befinden sich die Zahnräder der geraden Gänge einerseits und die Zahnräder der ungeraden Gänge andererseits auf verschiedenen Vorgelegewellen. Hierdurch wird ein schneller und komfortabler Gangwechsel zwischen zwei benachbarten Gängen erreicht. Allerdings wird es als nachteilig angesehen, daß bei Umschaltungen mit Gangsprüngen, z. B. beim Schalten vom zweiten Gang in den vierten Gang, die Zugkraft unterbrochen wird. Eine zugkraftunterbrechungsfreie Schaltung unter Last ist somit nur zwischen zwei Gängen möglich, bei denen der Kraftfluß nicht über die gleiche Getriebeeingangswelle erfolgt.

Zur Vermeidung dieses Nachteiles wird in der EP-A-0 827 861 ein Verfahren zum Schalten eines Doppelkupplungsgetriebes vorgeschlagen, welches auch ein Schalten zwischen zwei Gängen, die auf derselben Getriebeeingangswelle angeordnet sind, ohne Zugkraftunterbrechung erlaubt. Hierfür wird ein Hilfs gang, welcher auf einer anderen Welle als die beiden Gänge angeordnet ist, zur Erzeugung eines Füllmomentes verwendet, dessen Übersetzungsverhältnis größer ist als die Übersetzungsverhältnisse des Quellganges und des Zielganges. Der Ausdruck "Füllmoment" bedeutet die Erzeugung einer die Zugkraftunterbrechung im Antriebsstrang verhin dernden Drehmomentübertragung durch einen hilfsweise benutzten Gang während des Schaltvorganges von dem ursprünglich eingeschalteten Quellgang und dem einzuschaltenden neuen Zielgang. Nachteilig bei diesem Stand der Technik ist, daß mittels des Hilfs ganges nicht immer genügend Füllmoment zur Verfügung gestellt wird und außerdem die Schaltzeit für den Gangwechsel normalerweise erheblich verlängert wird. Der Drehmomentverlauf weist, insbesondere bei Hochschaltungen unter Zug in den unteren Gängen, am Getriebeausgang während des Schaltvorganges starke Schwankungen auf, so daß insgesamt der Komfort bei Gangsprüngen über einen Gang hinweg im Vergleich zu direkten Schaltungen – wie beispielsweise bei Automatgetrieben – prinzipbedingt bei weitem nicht erreicht werden kann. Längere Schaltzeiten wirken sich zusätzlich negativ auf den Fahrkomfort des Fahrzeuges aus, in welchem ein solches Getriebe verwendet wird. Diese werden in heutigen, bereits in Serie eingesetzten automatisierten Schaltgetrieben, welche sequentiell ohne Zugkraftüberbrückung schaltbar sind, vom Kunden bzw. vom Fahrer des Fahrzeuges sehr stark bemängelt. Insbesondere bei Rückschaltvorgängen unter Last – wie sie beispielsweise bei Überholvorgängen auftreten – vermißt der Fahrer die Spontanität des Schaltungsvorganges.

In der genannten DE-C-196 31 983 sind auch weitere Typen von Getrieben für Kraftfahrzeuge beschrieben. Handschaltgetriebe, welche üblicherweise mit Einkonus-Synchronisiervorrichtungen nach dem System Borg-Warner ausgestattet sind; Synchronisiervorrichtungen mit Synchronisier ringen für Getriebe; Automatikgetriebe mit Drehmomentwandler; Motorsteuerungskonzepte, bei welchen eine Drehzahlanpassung der Getriebewellen durch entsprechende Regelung der Drehzahl des Verbrennungsmotors durchgeführt wird.

Alle bekannten Ausführungsformen haben den Nachteil,

daß sie sehr viele teure, kompliziert herzustellende und schwere Teile benötigen.

In der EP-A-0 797 025 und in der DE-C-33 09 869 sind Getriebe, insbesondere für Landmaschinen, beschrieben, bei welchen zwei Eingangswellen Zahnräder mit identischen Zähnezahlen tragen, durch welche jeder Gang doppelt vorhanden ist. Dadurch wird ein Gangwechsel unter Last in beliebiger Reihenfolge möglich. Jede der beiden Eingangswellen ist über eine getrennte Lastschaltkupplung in Form einer Reibkupplung mit einer Motorwelle alternativ verbindbar. Diese Getriebe haben den Nachteil, daß die Anzahl der Bauteile, insbesondere bei Getrieben mit einer Vielzahl von Gängen, sehr groß ist, was insbesondere im Automobilbereich zu inakzeptablen Kosten und Wirkungsgradverlusten sowie zu einem zu hohen Getriebegewicht führt. Außerdem benötigen diese Getriebe einen vergrößerten Bauraum, was ihre Verwendung, insbesondere in Personenkraftwagen, nahezu unmöglich macht.

Durch die Erfindung soll die Aufgabe gelöst werden, ein Stirnradwechselgetriebe der eingangs genannten Art derart auszubilden, daß es einen einfachen Aufbau und ein geringes Gewicht hat und einen kleinen Bauraum benötigt, und außerdem seine Gänge ohne Zugkraftunterbrechung in nahezu beliebiger Reihenfolge schaltbar sind.

Dabei soll ein Getriebe geschaffen werden, welches sich bezüglich Fertigungsaufwand und Fertigungskosten an dem "add-on"-Prinzip von automatisierten Schaltgetrieben orientiert.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch die kennzeichnenden Merkmale von Anspruch 1 gelöst.

Ferner wird diese Aufgabe gemäß der Erfindung durch die kennzeichnenden Merkmale der Verfahrensansprüche gelöst.

Durch die Erfindung wird für mehrere (mindestens zwei) Teilgetriebe nur eine einzige Lastschaltkupplung (unter Last schaltbare Kupplung) benötigt. Sie kann wahlweise jeweils mit einem von mindestens zwei Teilgetrieben verbunden (integriert) werden, um wahlweise das eine oder andere dieser Teilgetriebe mit einem Antriebsteil antriebsmäßig zu verbinden. Vorzugsweise sind für mindestens zwei Teilgetriebe Schaltkupplungen vorgesehen, über welche jedes dieser Teilgetriebe mit der Antriebsseite oder der Abtriebsseite der Lastschaltkupplung alternativ antriebsmäßig verbindbar ist.

Demzufolge ist es ein wesentliches Merkmal der Erfindung, anstatt wie bisher eine der Anzahl der Teilgetriebe entsprechende Anzahl von Lastschaltkupplungen – beispielsweise in Form einer Doppelkupplung – nur noch eine einzige Lastschaltkupplung zu verwenden. Gemäß der Erfindung ist es möglich, auf herkömmliche Synchronringe – zumindest in einzelnen Gangstufen – zu verzichten, um Bauraum und Bauteile einzusparen und um Massenträgheiten und Kosten zu reduzieren.

Durch die Erfindung kann jedes Teilgetriebe wahlweise mit der Antriebsseite oder der Abtriebsseite der Lastschaltkupplung alternativ "antriebsmäßig verbunden" werden. Die hier verwendete Ausdrucksweise "antriebsmäßig verbunden" beinhaltet die Möglichkeiten einer direkten Verbindung oder einer indirekten Verbindung über weitere Rotations elemente, insbesondere Zahnräder und Zahnradgetriebestufen.

Gemäß einer besonderen Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, daß mindestens eine Gangstufe doppelt vorhanden ist, so daß bei definierten Schaltungen ein direkter Gangwechsel von einem Quellgang zu einem Zielgang möglich ist, ohne daß dazwischen hilfsweise in einen anderen Gang geschaltet werden muß, um eine Zugkraftunterbrechung des Antriebsstranges zu vermeiden. Durch die zusätz-

liche Anordnung von ausgewählten Gangstufen in zweifacher Anordnung ist es möglich, direkt in einen gewünschten Zielgang zu schalten, ohne die Zugkraft mittels eines Hilfsanges überbrücken zu müssen, um eine Zugkraftunterbrechung zu vermeiden. Dadurch wird ein schneller und zugleich komfortabler Gangwechsel ähnlich wie bei den eingangs erwähnten Doppelkupplungsgetrieben erreicht. Eine Möglichkeit besteht darin, sowohl den dritten als auch den vierten Gang doppelt auszuführen. Selbstverständlich können auch andere Gänge doppelt ausgeführt werden. Damit besteht die Möglichkeit bei Schaltungen über zwei Gangstufen hinweg, d. h. bei Schaltungen mit Überspringen eines dazwischenliegenden Ganges, ohne Einbruch des übertragbaren Drehmoments direkt in den gewünschten Zielgang zu schalten. Dies ist insbesondere bei Überholvorgängen wichtig, wo häufig Schaltungen, beispielsweise vom fünften in den dritten oder vom sechsten in den vierten Gang auftreten. Hierbei soll der jeweils dazwischenliegende Gang, also der vierte bzw. der fünfte Gang übersprungen werden. Denkbar ist natürlich auch, das Getriebe so auszuführen, daß nur eine oder mehr als zwei Gangstufen doppelt ausgeführt werden. Im Vergleich zu der oben beschriebenen bevorzugten Ausführungsform sind auch Ausführungsformen möglich, bei welchen weniger oder mehr Gangschaltungen zwischen zwei verschiedenen Gangstufen lastschaltend, d. h. ohne Drehmomentunterbrechung, ausgeführt werden können. Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß zunächst ein Wechsel von einem Teilgetriebe auf ein anderes Teilgetriebe und dann wieder zurück durchführbar ist, wenn ein Quellgang und ein gewünschter Zielgang sich im gleichen Teilgetriebe befinden.

Gemäß einem Verfahren nach der Erfindung zum Schalten des lastschaltbaren Stufenwechselgetriebes nach der Erfindung ist vorgesehen, daß vorzugsweise das lastführende Teilgetriebe, d. h. das Teilgetriebe, welches den Quellgang enthält, direkt mit der Antriebsseite und damit mit der Motorwelle verbunden ist, während das Teilgetriebe, welches die Last übernehmen soll, d. h. das Teilgetriebe, welches den Zielgang oder den Hilfsang enthält, mit der als Anfahrkupplung ausgeführten Lastschaltkupplung verbunden wird. In bestimmten Situationen kann es vorteilhaft sein, nach der Lastübernahme durch den Zielgang keinen Wechsel zwischen der Abtriebsseite der Lastschaltkupplung und der Antriebsseite der Lastschaltkupplung, d. h. der Motorwelle zu vollziehen, insbesondere dann, wenn nach einer Rückschaltung im Zugbetrieb des Kraftfahrzeuges bereits der Wunsch des Fahrers nach einer erneuten, weiteren Rückschaltung vorliegt (Doppelrückschaltung). Dadurch wird erreicht, daß ein noch schnellerer Gangwechsel vollzogen werden kann.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung sind die Schaltkupplungen, welche zum Schalten der untersten Gangstufe der Teilgetriebe vorgesehen sind, als Synchronisierkupplungen ausgebildet, vorzugsweise als Reibkupplungen der Konusbauart, durch welche die Drehzahlen von zwei miteinander zu kuppelnden Wellen für den Gangschaltvorgang aneinander angleichbar sind, insbesondere bei Rückschaltungen im Schubetrieb.

Gemäß einer anderen Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß mindestens einige der Schaltkupplungen Klauenkupplungen sind und daß zur Synchronisierung der antriebsseitigen und abtriebsseitigen Teile dieser Klauenkupplungen eine zentrale Synchronisierereinrichtung für alle Klauenkupplungen vorgesehen ist. Dadurch ist eine Kostenreduzierung, Gewichtsreduzierung und eine Verkleinerung des Bauraumes möglich. Die Synchronisierereinrichtung kann einen Motor und/oder eine andere zusätzliche Einrichtung zur aktiven Synchronisierung aufweisen. Beispielsweise ist es möglich, wie in der DE-A-42 36 515 beschrieben, jeweils

die Kupplungen der untersten Gangstufe des einzelnen Teilgetriebes mit Synchronkupplungen auszubilden, um so die Drehzahl insbesondere bei Rückschaltungen im Schubetrieb angleichen zu können. Die für den Wechsel von einem Teilgetriebe auf das andere Teilgetriebe und umgekehrt verwendeten Schaltkupplungen zwischen diesen Teilgetrieben und der Lastschaltkupplung einerseits und der Motorwelle andererseits können vorzugsweise auch mit einer Synchronisierereinrichtung versehen werden oder eine solche Synchronisierereinrichtung enthalten. Hierdurch wird erreicht, daß ein Wechsel des Teilgetriebes automatisch durchgeführt werden kann, ohne daß der Fahrer des Kraftfahrzeuges, welches das Getriebe enthält, hiervon etwas merkt.

Gemäß einer anderen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind zum Schalten der einzelnen Gänge der Teilgetriebe in Schließrichtung und/oder in Öffnungsrichtung vorgespannte Schaltelemente vorgesehen, insbesondere durch Federelemente vorgespannte Schaltelemente, durch welche die Zeiten für das Einrücken und/oder Ausrücken der Gänge erheblich verkürzt werden. Hierdurch kann außerdem die Konstruktion der Aktorik günstig beeinflusst werden.

Gemäß einer besonderen Ausführungsform der Erfindung ist eine elektronische Steuereinrichtung vorgesehen, durch welche die Synchronisierung von mindestens einem Gang durch entsprechende Drehzahleinstellung der Brennkraftmaschine durchführbar oder mindestens unterstützbar ist.

Verfahren gemäß der Erfindung zum Betrieb des lastschaltbaren Stufenwechselgetriebes der Erfindung sind in den Patentansprüchen beschrieben, welche durch Bezugnahme hiermit in die Beschreibung aufgenommen werden.

Vorteil der Erfindung gegenüber der genannten DE-C-33 09 869 und der genannten EP-A-0 827 861: es wird nur eine einzige Lastschaltkupplung benötigt; als Anfahr- und Lastschaltkupplung ist vorzugsmäßig eine Trockenkupplung vorgesehen; technischer Aufwand, Gewicht und Kosten sowie benötigter Bauraum sind kleiner; für Schaltungen im Schubetrieb wird ein bereits im Getriebe vorhandener Gang als Hilfsang zur Überbrückung der Schubkraft verwendet, wobei das Übersetzungsverhältnis des Hilfsanges größer ist als die Übersetzungsverhältnisse von Quellgang und von Zielgang, wodurch zusätzliche Reibradstufen, wie sie in der DE-C-196 31 983 beschrieben sind, nicht benötigt werden. Bei Verwendung von doppelt ausgeführten Gangstufen ergeben sich die weiteren Vorteile: höherer Fahrkomfort, da insbesondere bei Schaltungen über einen Gang hinweg, d. h. bei dem Überspringen eines Ganges, beispielsweise vom vierten Gang in den zweiten Gang, ebenfalls ein Wechsel von einem Teilgetriebe auf das andere Teilgetriebe stattfinden und damit direkt ohne die Verwendung eines Hilfsanges geschaltet werden kann; die Schaltzeiten sind extrem kurz; der Fahrer des Fahrzeuges hat mehr Fahrspaß, da die Schaltung eine größere Spontanität besitzt.

Weitere Vorteile: Es wird nur eine einzige Lastschaltkupplung benötigt; als Lastschaltkupplung ist vorzugsmäßig eine Trockenkupplung vorgesehen; es wird keine Kupplungs-Überschneidungs-Steuervorrichtung benötigt, sondern beispielsweise nur eine schlupfgeregelte oder drehzahlgeregelte Lastschaltkupplung. Durch Verzicht auf herkömmliche Synchronringe ergibt sich eine kompakte Bauweise, eine Gewichtsreduzierung, und kürzere Schaltzeiten aufgrund geringerer Massenträgheiten. Durch Verwendung von reibschlüssigen Synchronisierkupplungen für die untersten Gangstufen der einzelnen Teilgetriebe ist keine weitere Einrichtung zur Synchronisierung und keine Motorsynchronisierung notwendig. Bei Verwendung von Synchronkupplungen zum Verbinden der Teilgetriebe der Lastschaltkupplung und/oder der Motorwelle ist der Gangwechselvorgang

für einen Fahrer des Fahrzeuges nicht bemerkbar. Es bestehen mehrere Möglichkeiten für das Schaltverfahren. Alle Teile können konventionelle Getriebeteile sein.

Die Erfindung wird im folgenden mit Bezug auf die Zeichnungen anhand von bevorzugten Ausführungsformen als Beispiele beschrieben. In den Zeichnungen zeigen

Fig. 1 schematisch ein lastschaltbares Stufenwechselgetriebe nach der Erfindung mit zwei Vorgelegewellen, einer zu einer Motorwelle koaxialen Abtriebswelle und einer mit den beiden niedrigsten Gangstufen baulich vereinigten, zentralen Synchronisiereinrichtung,

Fig. 2 eine weitere Ausführungsform eines lastschaltbaren Stufenwechselgetriebes nach der Erfindung mit zwei koaxialen Eingangswellen, einer Vorgelegewelle und mit doppelt ausgeführten Gangstufen, wobei eine ebenfalls vorgesehene Synchronisiereinrichtung nicht dargestellt ist,

Fig. 3 das Stufenwechselgetriebe von Fig. 2 in der Schaltung für einen Anfahrvorgang im ersten Gang,

Fig. 4 das Stufenwechselgetriebe von Fig. 2 nach abgeschlossenem Anfahrvorgang im ersten Gang,

Fig. 5 das Stufenwechselgetriebe von Fig. 2 in der Schaltung für ein Hochschalten vom ersten Gang in den zweiten Gang, wobei die erste Phase dargestellt ist, bei welcher der Quellgang noch eingelegt ist und die Lastschaltkupplung das Drehmoment durch Kupplungsschlupfbetrieb übernimmt,

Fig. 6 das Stufenwechselgetriebe von Fig. 2 in der Schaltung für ein Hochschalten vom ersten Gang in den zweiten Gang in der zweiten Phase, bei welcher die Lastschaltkupplung und der Zielgang das Drehmoment vollständig übertragen und somit der Quellgang, d. h. der erste Gang; lastfrei ausgerückt wird,

Fig. 7 das Stufenwechselgetriebe von Fig. 2 in der Schaltung für ein Hochschalten vom ersten Gang in den zweiten Gang, wobei der Schaltvorgang beendet ist, indem der Zielgang, d. h. der zweite Gang, jetzt nicht mehr über die Lastschaltkupplung, sondern direkt mit der Motorwelle verbunden ist,

Fig. 8 schematisch eine weitere Ausführungsform eines lastschaltbaren Stufenwechselgetriebes nach der Erfindung.

Bei allen Ausführungsformen eines lastschaltbaren Stufenwechselgetriebes nach der Erfindung kann die Lastschaltkupplung gleichzeitig als Anfahrkupplung für das betreffende Fahrzeug verwendet werden. Gemäß anderer Ausführungsform kann selbstverständlich auch eine zusätzliche Anfahrkupplung vorgesehen sein.

Das lastschaltbare Stufenwechselgetriebe nach Fig. 1 enthält ein Teilgetriebe 10 mit einer Vorgelegewelle V1; ein Teilgetriebe 12 mit einer Vorgelegewelle V2; eine erste Eingangswelle 14, welche direkt oder über weitere Rotationselemente mit einer Motorwelle 16 eines Fahrzeugsantriebsmotors 18 verbunden oder verbindbar ist; eine zweite Eingangswelle 20, welche über eine Lastschaltkupplung 22 mit der Motorwelle 16 direkt oder über weitere Rotationselemente verbunden oder verbindbar ist; und eine Abtriebswelle 24 zum Antrieb von Fahrzeugrädern. Die zweite Eingangswelle 20 ist eine Hohlwelle, durch welche sich die erste Eingangswelle 14 axial hindurcherstreckt. Die mit der Motorwelle 16 verbundene oder verbindbare Seite der Lastschaltkupplung 22 wird im folgenden auch "Antriebsseite" genannt. Die mit der zweiten Eingangswelle 20 verbundene oder verbindbare andere Seite der Lastschaltkupplung 22 wird im folgenden "Abtriebsseite" der Lastschaltkupplung 22 genannt. Die Lastschaltkupplung 22 ist eine Reibkupplung, vorzugsweise eine trockene Reibkupplung. Die Lastschaltkupplung 22 kann als Fahrzeug-Anfahrkupplung und als Synchronisierelement zum Synchronisieren bei Gangschaltvorgängen verwendet werden und hierfür in Abhän-

gigkeit von einer elektronischen Steuereinrichtung 28 gesteuert werden. Die Steuerung durch die Steuereinrichtung 28 kann in Abhängigkeit von Wünschen eines Fahrers des betreffenden Fahrzeuges und/oder in Abhängigkeit von anderen Fahrzeugbetriebszuständen erfolgen.

Das erste Teilgetriebe 10 ist durch eine erste Schaltkupplung SK1 mit der ersten Eingangswelle 14 und durch eine zweite Schaltkupplung SK2 mit der zweiten Eingangswelle 20 alternativ verbindbar. Das zweite Teilgetriebe 12 ist über eine vierte Schaltkupplung SK4 mit der ersten Eingangswelle 14 und über eine dritte Schaltkupplung SK3 mit der zweiten Eingangswelle 20 alternativ verbindbar. Damit ist jedes der beiden Teilgetriebe 10 und 12 wahlweise mit der Abtriebsseite der Schaltkupplung 22 oder mit der Antriebsseite der Schaltkupplung 22 und damit direkt mit der Motorwelle 16 verbindbar.

Dadurch ergibt sich die Möglichkeit, die Lastschaltkupplung 22 nicht nur als Anfahrkupplung, sondern auch als Synchronisierelement zur Drehzahlsynchronisierung in den Teilgetrieben 10 und 12 zu verwenden beim Wechsel von Gängen. Dadurch ist es ferner möglich, für die Schaltkupplungen SK1, SK2, SK3 und SK4 und auch für weitere nachfolgend noch beschriebene Schaltkupplungen formschlüssige Kupplungen, z. B. Klauenkupplungen, anstelle von kraftschlüssigen Kupplungen, beispielsweise Reibkupplungen, zu verwenden. Ferner ergibt sich gegenüber dem Stand der Technik der Vorteil, daß nur eine einzige Lastschaltkupplung 22 benötigt wird.

In den Zeichnungen sind die schaltbaren Gänge 1., 2., 3., 4., 5. und 6. für sechs verschiedene Vorwärtsfahr-Gänge und ein Rückwärtsgang "R" an den Getriebezügen dieser Gänge angegeben.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 1 sind auf der ersten Vorgelegewelle V1 des ersten Teilgetriebes 10 Zahnräder 32, 33, 34, 35 und 36 lose drehbar (Losräder) und ein Zahnrad 37 drehfest angeordnet. Die Vorgelegewelle V1 des ersten Teilgetriebes 10 ist über die erste Schaltkupplung SK1 und das Zahnrad 33 sowie ein Zahnrad 38 mit der ersten Eingangswelle 14 und/oder über die zweite Schaltkupplung SK2, das Zahnrad 32 und ein Zahnrad 39 mit der zweiten Eingangswelle 20 antriebsmäßig verbindbar. Die beiden Schaltkupplungen SK1 und SK2 können gleichzeitig geschlossen sein, wenn durch Schließen der Lastschaltkupplung 22 Drehzahlgleichheit auf beiden Seiten der beiden Schaltkupplungen SK1 und SK2 erreicht wird. In diesem Betriebszustand kann auch das Drehmoment von der zweiten Schaltkupplung SK2 auf die erste Schaltkupplung SK1 übertragen werden und danach die zweite Schaltkupplung SK2 geöffnet werden.

Auf der Vorgelegewelle V2 des zweiten Teilgetriebes 12 sind Zahnräder 40, 41, 42, 43, 44 und 45 lose angeordnet (Losräder) und ein Zahnrad 46 ist drehfest angeordnet. Die Schaltkupplungen SK3 und SK4 sind ebenfalls auf dieser Vorgelegewelle V2 angeordnet. Die Vorgelegewelle V2 ist über die vierte Schaltkupplung SK4 und die Zahnräder 41 und 38 mit der ersten Eingangswelle 14 und/oder über die dritte Schaltkupplung SK3 und die Zahnräder 40 und 39 mit der zweiten Eingangswelle 20 antriebsmäßig verbindbar.

Auf der Abtriebswelle 24 sind Zahnräder 50, 51, 52 und 53 drehfest und zwei weitere Zahnräder 55 und 56 lose drehbar (Losräder) sowie eine Synchronisiereinrichtung 58 zwischen den beiden losen Zahnrädern 55 und 56 angeordnet. Synchronisiereinrichtungen zur Drehzahlgleichung von zwei rotierenden Elementen sind Stand der Technik, so daß die Synchronisiereinrichtung 58 nicht im Detail beschrieben zu werden braucht. Das Zahnrad 50 der Abtriebswelle 24 ist mit den Zahnrädern 34 und 42 im Eingriff, und das Zahnrad 53 der Abtriebswelle 24 ist mit den beiden Zahnrädern 36

und 44 in Eingriff, so daß der dritte Gang und der vierte Gang doppelt vorhanden sind.

Zum Schalten des dritten, vierten und fünften Ganges im ersten Teilgetriebe 10 sind auf der Vorgelegewelle V1 weitere Schaltkupplungen 60, 61 und 62 angeordnet, um die Vorgelegewelle V1 alternativ mit den Zahnrädern 36, 34 oder 35 zu verbinden.

Zum Schalten des dritten, vierten und sechsten Ganges sowie des Rückwärtsganges im zweiten Teilgetriebe 12 sind auf dessen Vorgelegewelle V2 weitere Schaltkupplungen 64, 65, 66 und 67 angeordnet, um diese Vorgelegewelle V2 mit den Zahnrädern 44, 42, 43 bzw. 45 zu verbinden. Zum Schalten des ersten Ganges und des zweiten Ganges sind keine zusätzlichen Schaltkupplungen erforderlich. Im ersten Gang erfolgt die Verbindung der Motorwelle 16 zur Abtriebswelle 24 über die Lastschaltkupplung 22, die beiden Schaltkupplungen SK1 und SK2 und die Synchronisiereinrichtung 58. Beim Schalten des zweiten Ganges erfolgt die Drehmomentübertragung von der Motorwelle 16 auf die Abtriebswelle 24 über die Lastschaltkupplung 22, die beiden Schaltkupplungen SK3 und SK4 sowie die Synchronisiereinrichtung 58.

Alle Schaltkupplungen SK1, SK2, SK3, SK4, 60, 61, 62, 64, 65, 66, 67 können Reibschlußkupplungen sein, sind vorzugsweise jedoch Formschlußkupplungen, z. B. Klauenkupplungen, da bei allen Gängen die Synchronisierung oder Angleichung der Drehzahlen der miteinander zu verbindenden Rotationselemente durch Schlupfbetrieb in der Lastschaltkupplung 22 und/oder der Synchronisiervorrichtung 58 bewirkt werden kann.

Anhand von Fig. 1 erfolgt nunmehr eine detaillierte Beschreibung der Funktionsweise des lastschaltbaren Stufenwechselgetriebes nach der Erfindung.

In der Neutralstellung eines von einem Fahrer eines Fahrzeuges manuell einstellbaren Gangwahlelementes, welches im Stand der Technik bekannt ist und nicht dargestellt ist, sind die als Anfahrkupplung dienende Lastschaltkupplung 22 und die Schaltkupplungen SK1 und SK4 der beiden Teilgetriebe 10 und 12 geöffnet, so daß beide Vorgelegewellen V1 und V2 von der Motorwelle 16 getrennt sind. Die Ausführungsform nach Fig. 1 ermöglicht zwei von einem Fahrer manuell alternativ wählbare Betriebsmodi, beispielsweise einen Sommer-Betriebsmodus zum Anfahren im ersten Gang und einen Winter-Betriebsmodus zum Anfahren im zweiten Gang. Im Sommerbetriebsmodus zum Anfahren im ersten Gang kann in der Neutralstellung die Schaltkupplung SK2, welche die Vorgelegewelle V1 des ersten Teilgetriebes 10 mit der Abtriebsseite der Lastschaltkupplung 22, d. h. der zweiten Eingangswelle 20 verbindet, bereits geschlossen sein, während die andere Schaltkupplung SK1 geöffnet ist. Für den Winter-Betriebsmodus zum Anfahren im zweiten Gang kann in entsprechender Weise in Neutralstellung die Schaltkupplung SK3, welche die Abtriebsseite, d. h. die zweite Eingangswelle 20, der Lastschaltkupplung 22 mit der Vorgelegewelle V2 des zweiten Teilgetriebes 12 verbindet, bereits geschlossen sein, wohingegen die andere Schaltkupplung SK4 dieses zweiten Teilgetriebes 12 geöffnet sein muß.

Im stationären Fahrbetrieb, d. h. beim Fahren des Fahrzeuges mit eingelegtem Gang ohne Durchführung eines Gangwechsels, sind sowohl die Lastschaltkupplung 22 als auch diejenigen Schaltkupplungen geöffnet, welche die lastführende Vorgelegewelle (z. B. V1 beim Fahren im ersten Gang oder V2 beim Fahren im zweiten Gang) mit der Abtriebsseite der Lastschaltkupplung 22 sowie die nicht-lastführende Vorgelegewelle (V2 beim Fahren im ersten Gang bzw. V1 beim Fahren im zweiten Gang) mit der Motorwelle 16 verbinden. Die Schaltkupplung SK1 oder SK4, welche

die lastführende Vorgelegewelle V1 oder V2 mit der Motorwelle 16 verbindet, ist geschlossen. Die Schaltkupplung SK2 oder SK3, welche die nicht-lastführende Vorgelegewelle mit der Abtriebsseite 20 der Lastschaltkupplung 22 verbindet, kann entweder geöffnet oder geschlossen sein, wobei vorzugsweise insbesondere bei Verwendung von doppelt ausgeführten Gangstufen (z. B. dritter Gang und vierter Gang) ein geschlossener Zustand dieser Schaltkupplungen vorgeschlagen wird, um die Schaltzeiten zu verkürzen.

Zur Beschreibung des Anfahrvorganges wird im folgenden ein Anfahrvorgang mit Hilfe des ersten Ganges beschrieben, welcher sich bei der Ausführungsform nach Fig. 1 auf der Vorgelegewelle V1 des ersten Teilgetriebes 10 befindet:

Mit Hilfe der Schaltkupplung SK2 wird die Wirkverbindung zwischen der als Anfahrkupplung dienenden Lastschaltkupplung 22 und der Vorgelegewelle V1 hergestellt, auf der sich der erste Gang befindet.

1. Die Kupplung des Anfahranges, welche in Fig. 1 in der Synchronisiereinrichtung 58 enthalten ist, wird in Wirkverbindung mit dem betreffenden Losrad 56 gebracht.

2. Die Lastschaltkupplung wird gesteuert oder geregelt geschlossen, bis Drehzahlgleichheit zwischen der Antriebsseite (Motorwelle 16) und der Abtriebsseite (Eingangswelle 20) der Lastschaltkupplung 22 annähernd erreicht ist. Zur Schaltung der als Klauenkupplung ausgebildeten Schaltkupplung SK1 ist eine kleine Drehzahldifferenz notwendig, damit die Klauen ihre zugehörigen Lücken in der Kupplung finden können, so daß in der Lastschaltkupplung 22 ein kleiner Reibschlupfbetrieb vorhanden ist.

3. Mit Hilfe der Schaltkupplung SK1 wird die Wirkverbindung zwischen der Vorgelegewelle V1 und der Motorwelle 16 auf der Antriebsseite der Lastschaltkupplung 22 hergestellt. Anschließend wird die Lastschaltkupplung 22 gesteuert oder geregelt vollständig geöffnet. Die ursprünglich geschlossene Schaltkupplung SK2 ist jetzt drehmomentfrei und wird ausgerückt, d. h. geöffnet.

Im folgenden werden als Beispiele Schaltvorgänge zwischen zwei Gangstufen beschrieben, wobei sich der Quellgang wie in Fig. 1 auf der Vorgelegewelle V2 des zweiten Teilgetriebes 12 befindet und der Zielgang auf der Vorgelegewelle V1 des ersten Teilgetriebes 10 angeordnet ist. Für diese Gangwechsel werden die Elemente V1, SK1, SK2 und V2, SK4, SK3 benutzt. Die Beschreibung von umgekehrten Gangwechseln würde gleich aussehen, wobei lediglich die Elemente bzw. die Bezeichnungen der Elemente vertauscht werden müssten, so daß dann die Elemente V2, SK4, SK3 und V1, SK1, SK2 verwendet werden. Die angegebene Nummerierung der einzelnen Schritte soll dabei nichts über die zeitliche Abfolge aussagen, sondern nur eine logische Abfolge verdeutlichen. Es ist nämlich vorteilhaft, einzelne Schritte, wenn möglich, parallel durchzuführen, um die Gesamtschaltzeit auf ein Mindestmaß zu begrenzen.

Das im folgenden beschriebene "Verfahren A" setzt voraus, daß bei jedem Gangwechsel auch gleichzeitig ein Wechsel des Teilgetriebes 10 bzw. 12 stattfindet.

Wenn der Quellgang, beispielsweise der dritte oder vierte Gang in Fig. 1, und der gewünschte Zielgang im gleichen Teilgetriebe liegen, dann findet zunächst ein für den Fahrer nicht spürbarer Wechsel des Teilgetriebes statt.

1. Mit Hilfe der Schaltkupplung SK2 wird oder ist bereits die Wirkverbindung zwischen der Lastschaltkupplung 22 und der Vorgelegewelle V1 des ersten Teilgetriebes 10, auf welcher sich der Zielgang befindet, hergestellt. 5
2. Die Kupplung des Zielganges (58, 60, 61 oder 62) wird in Wirkverbindung mit dem betreffenden Losrad (56, 36, 35, 34) gebracht. 10
3. Die Lastschaltkupplung 22 wird gesteuert oder geregelt geschlossen, bis der Zielgang das volle Drehmoment übernommen hat. Damit wird die Welle, auf welcher sich der Quellgang befindet, lastfrei.
4. Die Kupplung des Quellganges wird ausgerückt, nachdem sie jetzt lastfrei ist. 15
5. Durch gesteuerte oder geregelte Betätigung der Lastschaltkupplung 22 wird die Drehzahl des Motors 18 angepaßt.
6. Mit Hilfe der Kupplung SK1 wird die Wirkverbindung zwischen der Vorgelegewelle V1 und der Motorwelle 16 hergestellt. Anschließend wird die Kupplung SK2 geöffnet. 20

Zum Einrücken (Schließen) der Kupplung SK1 und der Kupplung (58, 60, 61, 62) für den Zielgang muß zunächst eine Drehzahlangleichung erfolgen. Dies kann beispielsweise mit Hilfe einzelner bekannter Synchronkupplungen, wie sie heute in Handschaltgetrieben verwendet werden, oder mit Hilfe mindestens einer Einrichtung zum Synchronisieren mehrerer Schaltelemente erreicht werden. Diese Einrichtung kann an der jeweiligen Vorgelegewelle V1 oder V2 oder zentral an der Eingangswelle und/oder der Abtriebswelle 24 angeordnet sein und eine Wirkverbindung zu den beiden Vorgelegewellen V1 und V2 haben, um so jede Drehzahl erzeugen zu können. Rein mechanische Lösungen zur Synchronisierung sind ebenso möglich wie servo-energetisch unterstützte Ausführungsformen. Eine weitere Alternative stellt die Drehzahlangleichung mit Hilfe des Fahr- 25
antriebsmotors 18 oder eines anderen Hilfsmotors dar. Unterstützt zur Drehzahlangleichung der zu kuppelnden Rotationselemente kann zusätzlich die Lastschaltkupplung 22 verwendet werden. Eine Synchronisierung in allen Betriebszuständen nur mit Hilfe der Lastschaltkupplung 22 ist jedoch nicht möglich, weil bei Rückschaltungen im Schubetrieb die erforderliche Synchrondrehzahl nicht hergestellt werden kann. 30

Nachfolgend werden einige alternative Möglichkeiten für Schaltvorgänge unter verschiedenen Lastzuständen beschrieben, bei welchen keine zusätzliche zentrale Synchronisereinheit oder der Motor 18 zur Synchronisierung der einzelnen Gangstufen benötigt werden und dennoch Klauenkupplungen als Schaltkupplungen zum Schalten der Gänge verwendet werden können. Es findet hier bei jedem Gangwechsel gleichzeitig ein Wechsel des Teilgetriebes 10 bzw. 12 statt. Der Quellgang ist auf der Vorgelegewelle V2 und der Zielvorgang auf der Vorgelegewelle V1 angeordnet. Rückschaltvorgänge im Zugbetrieb sowie Hochschaltvorgänge im Schubetrieb stellen besondere Anforderungen: an die Lastschaltkupplung 22, da im Schlupfbetrieb vor Einrücken (Schließen) der Klauenkupplung für den Zielgang die Drehmomentkapazität der Lastschaltkupplung noch sehr groß sein muß, da sonst der Zielgang beim Einrücken (Schließen) der Klauenkupplung schlagartig das Drehmoment überträgt, was sich negativ auf den Fahrkomfort des betreffenden Fahrzeugs auswirken würde. 55

a) Synchronisierung

1. Mit Hilfe der Schaltkupplung SK2 wird oder ist bereits die Wirkverbindung zwischen der Abtriebsseite (Eingangswelle 20) der Lastschaltkupplung 22 und der Vorgelegewelle V1 des ersten Teilgetriebes 10, auf der sich der Zielgang (3., 4. oder 5.) befindet, hergestellt.
2. Die Lastschaltkupplung 22 wird gesteuert oder geregelt geschlossen.
3. Sobald die Vorgelegewelle V1 die Drehzahl des gewünschten Zielganges annähernd erreicht hat, wird die Lastschaltkupplung 22 wieder geöffnet.

b) Schaltvorgang

4. Die Kupplung (60, 61 oder 62) des Zielganges (3., 4. oder 5.) wird in Wirkverbindung mit dem betreffenden Losrad (36, 34 oder 35) gebracht.
5. Die Lastschaltkupplung 22 wird gesteuert oder geregelt geschlossen, bis der Zielgang das volle Drehmoment übernommen hat.
6. Die Kupplung des Quellganges wird lastfrei ausgerückt.
7. Im Zugbetrieb wird die Drehzahl des Motors 18 durch ein weiteres gesteuertes oder geregeltes Schließen der Lastschaltkupplung 22 verringert.
8. Wenn die Synchrondrehzahl annähernd erreicht ist, wird mit Hilfe der Schaltkupplung SK1 die Wirkverbindung zwischen der Vorgelegewelle V1 und der Motorwelle 16 hergestellt. Anschließend wird die Schaltkupplung SK2 geöffnet.

Rückschaltvorgang im Zugbetrieb und Hochschaltung im Schubetrieb

a) Synchronisierung

1. Mit Hilfe der Schaltkupplung SK3 wird oder ist bereits die Wirkverbindung zwischen der Lastschaltkupplung 22 und der Vorgelegewelle V2 des zweiten Teilgetriebes 12, auf der sich der Quellgang (2., 3., 4. oder 6.) befindet, hergestellt. Zwischen der Motorwelle 16 und der Vorgelegewelle V1 des einen Teilgetriebes 10 ist oder wird eine antriebsmäßige Verbindung mit Hilfe der Schaltkupplung SK1 hergestellt.
2. Die Lastschaltkupplung 22 wird gesteuert oder geregelt geöffnet. Im Zugbetrieb steigt dabei die Drehzahl des Motors 18, während im Schubetrieb die Drehzahl des Motors 18 hierbei sinkt (bei konstant gehaltener Drosselklappenstellung).

b) Schaltvorgang

3. Wenn der Motor 18 und damit die Vorgelegewelle V1 des einen Teilgetriebes 10 die Drehzahl des gewünschten Zielganges annähernd erreicht, dann wird die Schaltkupplung (58, 60, 61 und 62) des Zielganges (1., 3., 4. oder 5. Gang) in Antriebsverbindung (Wirkverbindung) mit dem entsprechenden Losrad (56, 36, 34 oder 35) gebracht.
4. Die Lastschaltkupplung 22 wird gesteuert oder geregelt geöffnet, bis der Zielgang (1., 3., 4. oder 5. Gang) auf der Vorgelegewelle V1 des einen Teilgetriebes 10 das volle Moment überträgt.
5. Die Kupplung (64, 65 oder 66) des Quellganges (2., 3., 4. oder 6. Gang) wird lastfrei ausgerückt.

Im folgenden wird ein Lastwechsel zwischen den Teilgetrieben 10 und 12 beschrieben. Als Beispiel wird ein Lastwechsel von der Vorgelegewelle V2 auf die Vorgelegewelle V1 bei gleicher Gangstufung beschrieben. Für einen umgekehrten Wechsel müssen lediglich die Bezeichnungen der Elemente V1, SK1, SK2 und V2, SK4, SK3 vertauscht werden in V2, SK4, SK3 und V1, SK1, SK2.

1. Mit Hilfe der Schaltkupplung SK2 wird oder ist bereits die Wirkverbindung zwischen der Lastschaltkupplung 22 und der nicht lastführenden Vorgelegewelle V1 des einen Teilgetriebes 10 hergestellt.
2. Die Lastschaltkupplung 22 wird gesteuert oder geregelt bis zur Gleitgrenze geschlossen.
3. Wenn die Vorgelegewelle V2 des anderen Teilgetriebes 12 die Drehzahl des gewünschten Zielganges annähernd erreicht, wird die Lastschaltkupplung 22 wieder geöffnet.
4. Die Schaltkupplung des einzulegenden Ganges wird in Wirkverbindung mit dem betreffenden Losrad gebracht.
5. Die Lastschaltkupplung 22 wird gesteuert oder geregelt geschlossen, bis der Zielgang das volle Moment übernommen hat.
6. Die Schaltkupplung des Quellganges wird lastfrei ausgerückt.

Andere Möglichkeit

1. Mit Hilfe der Schaltkupplung SK3 wird die Wirkverbindung zwischen der geschlossenen Lastschaltkupplung 22 und der lastführenden Vorgelegewelle V2 hergestellt. Anschließend wird die Schaltkupplung SK4 geöffnet. Zum Einrücken der vorzugsweise als Klauenkupplungen ausgebildeten Schaltkupplungen ist unter Umständen eine kurze Gleitbewegung der Lastschaltkupplung 22 notwendig.
2. Die Schaltkupplung SK1 wird mit der Vorgelegewelle V1 in Wirkverbindung gebracht, d. h. die Vorgelegewelle V1 und die Motorwelle 16 sind miteinander direkt verbunden. Die Schaltkupplung SK2 wurde gegebenenfalls zuvor geöffnet.
3. Die als Anfahrkupplung dienende Lastschaltkupplung 22 wird gesteuert oder geregelt bis zur Gleitgrenze geöffnet.
4. Die Schaltkupplung des neuen Ganges oder Zielganges wird nun bei kleiner Drehzahldifferenz zwischen ihrer Eingangsseite und ihrer Ausgangsseite eingerückt.
5. Die Lastschaltkupplung 22 wird gesteuert oder geregelt geöffnet, bis die Vorgelegewelle V1 das volle Moment überträgt.
6. Die Schaltkupplung des Quellganges wird lastfrei ausgerückt.

Bei den bisher beschriebenen Schaltvorgängen wurde zur Synchronisierung ausschließlich die Lastschaltkupplung 22 verwendet. Zusätzliche Hilfsmittel zur Drehzahlangleichung der Drehzahlen auf der Antriebsseite und der Abtriebsseite der Kupplung, wie beispielsweise Synchronringe, zentrale Synchronisiereinheiten oder Eingriffe in das Motormanagement zur Anpassung der Motordrehzahl sind nicht zwingend notwendig. Bei Rückschaltvorgängen im Schubbetrieb ist die Lastschaltkupplung 22 zur Drehzahlangleichung allein nicht mehr ausreichend. Bei solchen Betriebszuständen werden andere oder zusätzliche Elemente nötig. Wie bereits erwähnt, besteht eine mögliche vorteil-

hafte Ausführungsform des Lastschaltgetriebes darin, die Kupplungen der untersten Gangstufe der Teilgetriebe 10 und 12 jeweils mit Synchronkupplungen oder Reibkupplungen zu versehen. Diese können zusätzlich oder exklusiv dazu eingesetzt werden, jede benötigte Drehzahl zu erzeugen.

Dies bedeutet, daß die oben beschriebenen Schritte zur Synchronisierung nur eine von vielen Möglichkeiten darstellen und keinen Anspruch auf Ausschließlichkeit besitzen. Nachfolgend wird als Beispiel der Rückschaltvorgang im Schubbetrieb beschrieben, wobei zur Drehzahlangleichung Synchronkupplungen verwendet werden.

Rückschaltvorgang im Schubbetrieb

a) Synchronisierung

1. Mit Hilfe der Schaltkupplung SK2 wird oder ist bereits die Wirkverbindung zwischen der Lastschaltkupplung 22 (auf ihrer Abtriebsseite) und der Vorgelegewelle V1 hergestellt, auf der sich der Zielgang befindet.
2. Die Synchronkupplung (58) des ersten Ganges wird gesteuert oder geregelt geschlossen.
3. Wenn die Vorgelegewelle V1 die Drehzahl des gewünschten Zielganges annähernd erreicht hat, wird die Synchronkupplung wieder geöffnet.

b) Schaltvorgang

4. Die Schaltkupplung des Zielganges wird mit dem betreffenden Losrad in Wirkverbindung gebracht.
5. Die Lastschaltkupplung 22 wird gesteuert oder geregelt geschlossen, bis der Zielgang das volle Moment übernommen hat.
6. Die Schaltkupplung des Quellganges wird lastfrei ausgerückt.
7. Im Schubbetrieb wird die Drehzahl des Motors 18 durch ein weiteres gesteuertes oder geregeltes Schließen der Lastschaltkupplung 22 erhöht.
8. Wenn die Synchrondrehzahl annähernd erreicht ist, wird mit Hilfe der Schaltkupplung SK1 die Wirkverbindung zwischen der Vorgelegewelle V1 und der Motorwelle 16 hergestellt. Anschließend wird die Schaltkupplung SK2 geöffnet.

Im folgenden wird ein "Verfahren B" mit der Voraussetzung beschrieben, daß der Quellgang und der Zielgang im gleichen Teilgetriebe 10 oder 12 liegen.

Für die Ausführung der Erfindung ist es natürlich nicht zwingend erforderlich, Gangstufen (Gänge) in doppelter Ausführung zu verwenden, da auch ohne doppelte Ausführung von Gängen Schaltungen unter Last, d. h. mit Zugkraftüberbrückung durchgeführt werden können. Wenn Quellgang und Zielgang nicht im gleichen Teilgetriebe 10 oder 12 liegen, kann der Gangwechsel auf eine der zuvor genannten Arten durchgeführt werden. Wenn dagegen der Quellgang und der Zielgang im gleichen Teilgetriebe 10 oder 12 liegen, dann kann für die Überbrückung der Zugkraft einer der Gänge als Hilfs gang verwendet werden, der in dem betreffenden anderen Teilgetriebe angeordnet ist, und dessen Übersetzungsverhältnis bei Schaltungen im Schubbetrieb kleiner, jedoch bei Schaltungen im Schubbetrieb größer ist als dasjenige des Quellganges und des Zielganges.

Alle in der EP-A-0 827 861 und in den anderen Schriften zum Stand der Technik genannten Variationsmöglichkeiten sind auch bei der vorliegenden Erfindung möglich, mit dem entscheidenden Vorteil, daß keine Doppelkupplung, sondern nur eine einzige Lastschaltkupplung 22 benötigt wird.

Als Beispiele werden die folgenden Schaltvorgänge zwischen zwei Gangstufen bzw. Gängen beschrieben, wobei sich der Quellgang und der Zielgang wie in Fig. 1 dargestellt auf der Vorgelegewelle V2 des zweiten Teilgetriebes 12 befinden und ein Gang auf der Vorgelege V1 des einen Teilgetriebes 10 als Hilfs gang verwendet wird. Für die Beschreibung einer umgekehrten Anordnung der Gänge müssen lediglich die Bezeichnungen V1, SK1, SK2 und V2, SK4, SK3 vertauscht werden in V2, SK4, SK3 und V1, SK1, SK2.

Die Synchronisierung bei Schaltungen im Zugbetrieb erfolgt bei folgenden beispielhaften Schaltvorgängen ausschließlich mit Hilfe der Lastschaltkupplung 22, bei Schaltungen im Schubbetrieb kommt die Synchronisierrkupplung 58 der untersten Gangstufe des betreffenden Teilgetriebes 10 bzw. 12 zum Einsatz.

In folgenden wird ein Hochschaltvorgang im Zugbetrieb beschrieben.

a) Synchronisierung

1. Mit Hilfe der Schaltkupplung SK2 wird oder ist bereits die Wirkverbindung zwischen der Lastschaltkupplung 22 und der Vorgelegewelle V1 hergestellt, auf der sich der Hilfs gang befindet.
2. Die Lastschaltkupplung 22 wird gesteuert oder geregelt geschlossen.
3. Wenn die Vorgelegewelle V1 die Drehzahl des gewünschten Hilfs ganges annähernd erreicht hat, wird die Lastschaltkupplung 22 wieder geöffnet.

b) Schaltvorgang

4. Die Schaltkupplung des Hilfs ganges wird in Wirkverbindung mit dem betreffenden Losrad gebracht.
5. Die Lastschaltkupplung 22 wird gesteuert oder geregelt so weit geschlossen, bis sie das volle Drehmoment übernommen hat. Damit wird die Welle, auf der sich der Quellgang befindet, lastfrei.
6. Der Quellgang wird nun lastfrei ausgerückt.
7. Durch weiteres Schließen der Lastschaltkupplung 22 im Schlupfbetrieb wird die Motordrehzahl des Motors 18 verringert, jedoch das Fahrzeug, welches das Stufenwechselgetriebe enthält, aufgrund seiner weitaus höheren Trägheit nur unmerklich beschleunigt. Die Lastschaltkupplung 22 wird gesteuert oder geregelt so weit geschlossen, bis die Synchrondrehzahl für den Zielvorgang annähernd erreicht ist.
8. Die Schaltkupplung des Zielganges wird in Wirkverbindung mit dem betreffenden Losrad gebracht.
9. Die Lastschaltkupplung 22 wird gesteuert oder geregelt geöffnet, bis der mit dem Motor 18 direkt verbundene Zielgang das volle Moment überträgt.
10. Der Hilfs gang wird jetzt lastfrei ausgerückt.

Im folgenden wird ein Rückschaltvorgang im Zugbetrieb beschrieben.

a) Synchronisierung

1. Mit Hilfe der Schaltkupplung SK2 wird oder ist bereits die Wirkverbindung zwischen der Lastschaltkupplung 22 und der Vorgelegewelle V1 des einen Teilgetriebes 10 hergestellt, auf welcher sich der Hilfs gang befindet.
2. Die Lastschaltkupplung 22 wird gesteuert oder geregelt geschlossen.
3. Wenn die Vorgelegewelle V1 die Drehzahl des Hilfs ganges annähernd erreicht hat, wird die Last-

schaltkupplung 22 wieder geöffnet.

b) Schaltvorgang

4. Die Schaltkupplung des Hilfs ganges wird in Wirkverbindung mit dem entsprechenden Losrad gebracht.
5. Die Lastschaltkupplung 22 wird gesteuert oder geregelt so weit geschlossen, bis sie das volle Moment übernommen hat. Damit ist die Welle, auf welcher sich der Quellgang befindet, lastfrei.
6. Der Quellgang wird lastfrei ausgerückt.
7. Durch Öffnen der Lastschaltkupplung 22 wird die Drehzahl des Fahrtriebsmotors 18 erhöht. Die Lastschaltkupplung 22 wird dabei gesteuert oder geregelt so weit geöffnet, bis die Synchrondrehzahl für den Zielgang annähernd erreicht ist.
8. Die Schaltkupplung des Zielganges wird in Wirkverbindung mit dem entsprechenden Losrad gebracht.
9. Die Lastschaltkupplung 22 wird gesteuert oder geregelt geöffnet, bis der mit dem Motor 18 direkt verbundene Zielgang das volle Moment überträgt.
10. Der Zielgang wird jetzt lastfrei ausgerückt.

Im Schubbetrieb erfolgt der Leistungsfluß zum Fahrtriebsmotor 18 hin. Dies bedeutet, daß zum lastfreien Ausrücken des Quellganges das am Getriebeausgang 24 wirkende Drehmoment durch einen Hilfs gang überbrückt werden muß, dessen Übersetzungsverhältnis größer sein muß als das Übersetzungsverhältnis des Quellganges und des Zielganges.

Im folgenden wird ein Hochschaltvorgang im Schubbetrieb beschrieben.

a) Synchronisierung

1. Mit Hilfe der Schaltkupplung SK2 wird oder ist bereits die Wirkverbindung zwischen der Lastschaltkupplung 22 und der Vorgelegewelle V1 des einen Teilgetriebes 10 hergestellt, auf welcher sich der Hilfs gang befindet.
2. Die Synchronkupplung der Synchronisiereinrichtung 58 für den ersten Gang wird gesteuert oder geregelt geschlossen.
3. Wenn die Vorgelegewelle V1 die Drehzahl des gewünschten Hilfs ganges annähernd erreicht hat, wird die Synchronkupplung der Synchronisiereinrichtung 58 wieder geöffnet.

b) Schaltvorgang

4. Die Schaltkupplung des Hilfs ganges wird in Wirkverbindung mit dem betreffenden Losrad gebracht.
5. Die Lastschaltkupplung 22 wird gesteuert oder geregelt so weit geschlossen, bis sie das volle Drehmoment übernommen hat. Damit ist die Welle, auf welcher sich der Quellgang befindet, lastfrei.
6. Der Quellgang wird jetzt lastfrei ausgerückt.
7. Durch Öffnen der Lastschaltkupplung 22 wird die Drehzahl des Fahrtriebsmotors 18 verringert. Dabei wird die Lastschaltkupplung 22 gesteuert oder geregelt so weit geöffnet, bis die Synchrondrehzahl für den Zielgang annähernd erreicht ist.
8. Die Schaltkupplung des Zielganges wird in Wirkverbindung mit dem betreffenden Losrad gebracht.
9. Die Lastschaltkupplung 22 wird gesteuert oder geregelt geöffnet, bis der mit dem Fahrtriebsmotor 18 direkt verbundene Zielgang das volle Moment überträgt.

10. Der Hilfgang wird jetzt lastfrei ausgerückt.

Im folgenden wird ein Rückschaltvorgang im Schubetrieb beschrieben.

a) Synchronisierung

1. Mit Hilfe der Schaltkupplung SK2 wird oder ist bereits die Wirkverbindung zwischen der Lastschaltkupplung 22 und der Vorgelegewelle V1 des einen Teilgetriebes 10 hergestellt, auf welcher sich der hilfsweise benutzte Gang befindet.
2. Die Synchronkupplung der Synchronisiereinrichtung 58 für den ersten Gang wird gesteuert oder geregelt geschlossen.
3. Wenn die Vorgelegewelle V1 die Drehzahl des gewünschten Hilfganges annähernd erreicht hat, wird die Synchronkupplung wieder geöffnet.

b) Schaltvorgang

4. Die Schaltkupplung des Hilfganges wird in Wirkverbindung mit dem betreffenden Losrad gebracht.
5. Die Lastschaltkupplung 22 wird gesteuert oder geregelt so weit geschlossen, bis sie das volle Drehmoment übernommen hat. Damit ist die Welle, auf welcher sich der Quellgang befindet, lastfrei.
6. Der Quellgang wird jetzt lastfrei ausgerückt.
7. Durch weiteres Schließen der Lastschaltkupplung 22 wird die Drehzahl des Fahrtriebsmotors 18 erhöht. Dabei wird die Lastschaltkupplung 22 gesteuert oder geregelt so weit geschlossen, bis die Synchrondrehzahl für den Zielgang annähernd erreicht ist.
8. Die Schaltkupplung des Zielganges wird in Wirkverbindung mit dem entsprechenden Losrad gebracht.
9. Die Lastschaltkupplung 22 wird gesteuert oder geregelt geöffnet, bis der mit dem Fahrtriebsmotor 18 direkt verbundene Zielgang das volle Moment überträgt.
10. Der Hilfgang wird jetzt lastfrei ausgerückt.

Zur Überbrückung der Zugkraft wird prinzipiell ein Gang benötigt, dessen Übersetzung in Leistungsflußrichtung stärker ins "Schnelle" übersetzt als die Übersetzung des Quellganges und die Übersetzung des Zielganges. Dies bedeutet, daß im Zugbetrieb ein Gang benötigt wird, dessen Übersetzung kleiner ist, während im Schubetrieb ein Gang benötigt wird, dessen Übersetzung größer ist. Hieraus ergeben sich zwei Sonderfälle:

1. Rückschaltung aus dem höchsten Gang im Zugbetrieb;
2. Hochschaltung aus dem ersten Gang im Schubetrieb.

Wenn der Schaltvorgang unter Verwendung eines Hilfganges, jedoch ohne doppelt ausgeführte Gänge erfolgen soll, dann werden hierfür Gangstufen benötigt, deren Übersetzungsverhältnis kleiner ist als das des höchsten Ganges bzw. größer ist als das des kleinsten Ganges. Aus dem Stand der Technik sind Hilfseinrichtungen bekannt, die entweder formschlüssig oder reibschlüssig arbeiten.

Es ist jedoch auch möglich, den Getriebeaufbau und das Schaltverfahren so zu modifizieren, daß diese zusätzlichen Hilfseinrichtungen nur teilweise oder überhaupt nicht benötigt werden. Bei einer bevorzugten Ausführungsform des Getriebes nach der Erfindung sind deshalb der höchste Gang und der zweite Gang auf der einen Vorgelegewelle (Vorgele-

gewelle V2 des anderen Teilgetriebes 12), alle weiteren Vorwärtsgänge auf der anderen Vorgelegewelle (Vorgelegewelle V1 des einen Teilgetriebes 10) angeordnet.

- Bei Rückschaltvorgängen aus dem höchsten Gang liegen in der Regel der Quellgang und der Zielgang auf unterschiedlichen Wellen (V1 und V2), mit Ausnahme bei Rückschaltungen in den zweiten Gang. Diese Schaltungsmöglichkeit ist nicht gegeben, wenn die Zugkraft während des Schaltvorganges überbrückt werden soll. Die Schaltstrategie könnte hier einen Wechsel zunächst auf einen Gang, dessen Übersetzungsverhältnis zwischen dem zweiten Gang und dem höchsten Gang liegt, vorsehen. Eine andere Möglichkeit wäre, den Antriebsstrang wie bei einem herkömmlichen automatisierten Stufenwechselgetriebe zu unterbrechen. Hierzu wird der lastführende Pfad mit der Abtriebsseite der Lastschaltkupplung 22 verbunden, die Lastschaltkupplung gesteuert oder geregelt geöffnet, der Quellgang im lastfreien Zustand ausgerückt, die Drehzahl mit Hilfe einer Synchronisiereinrichtung und/oder durch Motorsynchronisierung angepaßt, der Zielgang eingerückt, die Lastschaltkupplung 22 gesteuert oder geregelt geschlossen und gegebenenfalls der lastführende Pfad mit der Motorwelle 16 formschlüssig (z. B. mit Hilfe einer Klauenkupplung) verbunden. Bei Hochschaltvorgängen aus dem ersten Gang kann die Schaltstrategie vorsehen, daß hier nur eine Schaltung direkt in den zweiten Gang zulässig ist. Da aber bei einer gewünschten Schaltung vom ersten Gang beispielsweise in den dritten Gang, d. h. bei einem Gangsprung, im Schubetrieb nur eine geringe Last wirkt, ist auch hier eine Unterbrechung des Antriebsstranges ohne weiteres möglich.

Die vorstehend beschriebenen Schaltungsverfahren gelten in entsprechender Weise auch für die anderen Ausführungsformen der Erfindung, welche in den Fig. 2 bis 8 dargestellt sind.

Ferner sind bei allen Ausführungsformen der Erfindung

- a) über die Schaltkupplung SK1 die Motorwelle 16 ohne die Lastschaltkupplung mit dem einen Teilgetriebe 10,
- b) über die Schaltkupplung SK2 die Abtriebsseite der Lastschaltkupplung 22 mit diesem einen Teilgetriebe 10,
- c) über die Schaltkupplung SK3 die Abtriebsseite der Lastschaltkupplung 22 mit dem anderen Teilgetriebe 12,
- d) über die Schaltkupplung SK4 die Motorwelle 16 ohne die Lastschaltkupplung 22 mit diesem anderen Teilgetriebe 12

- je antriebsmäßig verbindbar. "Antriebsmäßig" bedeutet hierbei entweder direkt verbindbar oder über weitere Rotations Elemente, insbesondere Zahnräder, Kupplungen oder Synchronisiereinrichtungen verbindbar.

Bei allen Ausführungsformen sind einander funktionell, nicht notwendigerweise auch konstruktiv, einander entsprechende Teile mit gleichen Bezugszahlen versehen.

Die Ausführungsform nach den Fig. 2 bis 7 enthält eine Lastschaltkupplung 22, vorzugsweise in Form einer Reibkupplung, deren Antriebsseite mit einer Motorwelle 16 eines Fahrzeugantriebsmotors 18 und einer ersten Eingangswelle 14 antriebsmäßig verbunden ist. Die Abtriebsseite der Lastschaltkupplung 22 ist mit einer zweiten Eingangswelle 20 verbunden, welches eine Hohlwelle ist, durch welche sich die erste Eingangswelle 14 axial erstreckt. Die erste Eingangswelle 14 erstreckt sich auch durch eine hohle Welle V1 eines Teilgetriebes 10. Diese hohle Welle wird zum leichteren Vergleich mit Fig. 1 als Vorgelegewelle V1 bezeichnet.

Die hohle Vorgelegewelle V1 des einen Teilgetriebes 10 ist durch eine Schaltkupplung SK1 mit der ersten Eingangswelle 14 und über diese mit der Eingangsseite der Lastschaltkupplung 22 und damit mit der Motorwelle 18 verbindbar. Ferner ist diese hohle Vorgelegewelle V1 durch eine weitere Schaltkupplung SK2 mit der zweiten Eingangswelle 20 und durch diese mit der Abtriebsseite der Lastschaltkupplung 22 verbindbar.

Eine zu den genannten Wellen parallel angeordnete weitere Vorgelegewelle V2 eines weiteren Teilgetriebes 12 ist durch die Schaltkupplung SK2 über einen Zahnradzug mit den Zahnradern 102, 103 und 104 und die zweite Eingangswelle 20 mit der Abtriebsseite der Lastschaltkupplung 22 verbindbar. Ferner ist diese Vorgelegewelle V2 des Teilgetriebes 12 durch eine Schaltkupplung SK4 und eine Räderkette mit den Zahnradern 106, 107 und 108 mit der ersten Eingangswelle 14 und damit mit der Motorwelle 18 verbindbar.

Der Rückwärtsgang ist mit "R" bezeichnet und die sechs Vorwärtsgänge sind mit 1., 2., 3., 4., 5. bzw. 6. bezeichnet. Der dritte Gang und der vierte Gang sind jeweils zweimal vorhanden.

Auf der hohlen Vorgelegewelle V1 sind ein Zahnrad 110 für den ersten Gang drehfest, ein weiteres Zahnrad 112 für den dritten Gang drehfrei und ein weiteres Zahnrad 114 für den fünften Gang ebenfalls drehfrei angeordnet. Durch die beiden Kupplungen 116 und 118 ist die Vorgelegewelle V1 wahlweise mit dem Zahnrad 112 des dritten Ganges oder dem Zahnrad 114 des fünften Ganges verbindbar oder trennbar.

Das Zahnrad 104, welches durch die Schaltkupplung SK3 mit der zweiten Eingangswelle 20 kuppelbar ist, ist auf dieser Eingangswelle 20 frei drehbar angeordnet.

Auf der Vorgelegewelle V2 des Teilgetriebes 12 sind das Zahnrad 102 für den vierten Gang und ein Zahnrad 120 für den zweiten Gang je drehfest befestigt. Ferner sind auf der Vorgelegewelle V2 das Zahnrad 106 und Zahnrad 122 für den dritten Gang, 124 für den sechsten Gang und 126 für den Rückwärtsgang je frei drehbar angeordnet. Das Zahnrad 122 für den dritten Gang ist durch eine Schaltkupplung 130 mit der Vorgelegewelle V2 verbindbar. Die Vorgelegewelle V2 ist außerdem über eine der beiden Kupplungen 132, 133 alternativ mit dem Zahnrad 124 des sechsten Ganges oder dem Zahnrad 126 des Rückwärtsganges R kuppelbar oder von diesen trennbar. Durch die Schaltkupplung SK4 ist die Vorgelegewelle V2 wahlweise mit dem Zahnrad 106 kuppelbar, welches auf der Vorgelegewelle V2 frei drehbar angeordnet ist.

Auf einer Abtriebswelle 24 sind das Zahnrad 103, welches mit den Zahnradern 102 und 104 in Eingriff ist, das Zahnrad 107, welches mit den Zahnradern 106 und 108 in Eingriff ist, und ein Zahnrad 134, welches mit dem Zahnrad 120 des zweiten Ganges in Eingriff ist, je frei drehbar angeordnet. Ferner ist auf der Abtriebswelle 24 ein Zahnrad 136, welches mit dem Zahnrad 124 in Eingriff ist, und ein Zahnrad 138, welches mit dem Zahnrad 114 in Eingriff ist, je drehfest angeordnet. Ein auf der Abtriebswelle 24 drehfest angeordnetes Zahnrad 140 ist mit den beiden Zahnradern 112 und 122 der beiden dritten Gänge in Eingriff.

Die Abtriebswelle 24 ist durch eine Schaltkupplung 142 mit dem Zahnrad 134, durch eine weitere Kupplung 144 mit dem Zahnrad 103, durch eine Kupplung 146 mit dem Zahnrad 107 oder durch eine Kupplung 148 mit einem Zahnrad 150 wahlweise kuppelbar oder entkuppelbar, welches auf der Abtriebswelle 124 frei drehbar angeordnet und mit dem Zahnrad 110 des ersten Ganges in Eingriff ist.

Alle Schaltkupplungen können Reibschlußkupplungen sein, sind jedoch vorzugsweise formanschlüssige Kupplungen,

beispielsweise Klauenkupplungen. Alle Schaltkupplungen, die Lastschaltkupplung 22 und der Fahrtriebsmotor 18 werden von der elektronischen Steuereinrichtung 28 gesteuert oder geregelt.

Die Fig. 3 bis 7 zeigen das lastschaltbare Stufenwechselgetriebe von Fig. 2 in verschiedenen Schaltzuständen.

In Fig. 3 fließt der Kraftfluß zwischen der Motorwelle 16 und der Abtriebswelle 24 im ersten Gang durch die Lastschaltkupplung 22 und die Schaltkupplung 148.

In Fig. 4 fließt der Kraftfluß zwischen der Motorwelle 16 und der Abtriebswelle 24 nicht durch die Lastschaltkupplung 22, sondern direkt von der Motorwelle 16 über die Schaltkupplung 148 zur Abtriebswelle 24.

Fig. 5 stellt den Wechsel zwischen dem ersten Gang und dem zweiten Gang dar. Ausgehend von Fig. 4 wird in Fig. 5 die Schaltkupplung SK3 geschlossen und damit die Abtriebsseite der Lastschaltkupplung 22 über die zweite Eingangswelle 20 und die Zahnrad 104, 103 und 102, die Vorgelegewelle V2, die Zahnrad 120 und 134 antriebsmäßig verbunden. Danach wird durch Schlupfbetrieb der Lastschaltkupplung 22 die Drehzahl des Zahnrades 134 an die Drehzahl der Abtriebswelle 24 angepaßt. Wenn annähernd Synchronlauf erreicht ist, wird die Kupplung 142 geschlossen.

Jetzt kann die Schaltkupplung SK1 geöffnet werden. Damit ergibt sich der Schaltzustand von Fig. 6. Hier wird das Drehmoment zwischen der Motorwelle 16 und der Abtriebswelle 24 über die Lastschaltkupplung 22 für den zweiten Gang übertragen. Die Antriebsseite und die Abtriebsseite der Lastschaltkupplung 22 haben, weil sie geschlossen ist, gleiche Drehzahlen. Dadurch kann jetzt die Schaltkupplung SK4 geschlossen und danach die Schaltkupplung SK3 geöffnet werden. Damit ergibt sich der Schaltzustand von Fig. 7, bei welchem für den zweiten Gang das Antriebsdrehmoment nicht mehr über die Lastschaltkupplung 22, sondern direkt von der Motorwelle 16 über die Schaltkupplung SK4 und die Schaltkupplung 142 zur Abtriebswelle 24 übertragen wird.

In analoger Weise wie dies hier für die Gänge 1 und 2 beschrieben wurde, können auch die anderen Gänge unter Verwendung der Lastschaltkupplung 22 als Synchronisierrkupplung geschaltet werden und nach dem Synchronisiervorgang kann die Momentübertragung von der Abtriebswelle 16 auf die erste Eingangswelle 14 unter Umgehung der Lastschaltkupplung 22 erfolgen. Die für die Ausführungsform von Fig. 1 beschriebenen Betriebsverfahren gelten analog auch für das lastschaltbare Stufenwechselgetriebe nach den Fig. 2 bis 7.

Das lastschaltbare Stufenwechselgetriebe der Fig. 2 bis 7 benötigt besonders wenige Zahnrad und stellt deshalb eine kompakte, relativ kleine Baueinheit dar, welche beispielsweise für Kraftfahrzeug-Frontantrieb verwendet und hierbei im Kraftfahrzeug quer angeordnet werden kann. Der Vorteil wird unter anderem dadurch erreicht, daß die Zahnradketten 108, 107, 106 und 104, 103, 102 eine solche Getriebeübersetzung haben, daß sie nicht nur zur Verbindung der Teilgetriebe 10 und 12 dienen, sondern gleichzeitig auch Getriebegangstufen bilden, nämlich die Getriebegangstufen 3 und 4.

Gemäß dem Grundgedanken des Getriebes der Fig. 2 und 7 enthält es: Ein lastschaltbares Stufenwechselgetriebe, enthaltend mindestens eine Eingangswelle (14; 20), mindestens ein Teilgetriebe (12, V2, 24), mindestens eine Zahnradkette (108, 107; 106; 104, 103, 102) zwischen der mindestens einen Eingangswelle (14; 20) und dem mindestens einen Teilgetriebe, mindestens eine Kupplungsanordnung (146; SK3, 144), wobei die Übersetzung der Zahnradkette (108, 107, 106; 104, 103, 102) derart gewählt ist, daß die

Zahnradkette einen Getriebegang (4.) bildet, der durch Schließen der mindestens einen Kupplungsanordnung (146; SK3, 144) einkuppelbar bzw. durch Öffnen auskuppelbar ist.

Gemäß einer besonderen Ausbildung des Getriebes der Fig. 2 bis 7 ist vorgesehen, Lastschaltbares Stufenwechselgetriebe dadurch gekennzeichnet, daß zwei Eingangswellen (14; 20) vorgesehen sind, von welchen jede eine Zahnradkette (108, 107, 106; 104, 103, 102) aufweist, deren Übersetzung derart gewählt ist, daß sie einen Getriebegang (4.K_M, 4.K_K) bildet, der durch Schließen einer Kupplungsanordnung (146; SK3, 144) einkuppelbar bzw. durch Öffnen auskuppelbar ist.

Gemäß der in den Fig. 2 bis 7 gezeigten besonderen Ausführungsform ist vorgesehen, daß die eine Eingangswelle (14) sich durch die andere Eingangswelle (20) hindurcherstreckt, die als Hohlwelle ausgebildet ist, daß eine Vorgelege-Hohlwelle (V1) vorgesehen ist, welche axial zur hohlen Eingangswelle (20) angeordnet ist und durch welche sich die eine Eingangswelle (14) ebenfalls erstreckt, daß die Vorgelege-Hohlwelle (V1) durch eine Kupplungsanordnung (SK1, SK2) mit der einen und/oder anderen der beiden Eingangswellen (14; 20) kuppelbar ist, daß mindestens eine Vorgelege-Zahnradkette (112, 140, 122) zwischen der Vorgelege-Hohlwelle (V1) und dem mindestens einen Teilgetriebe (12, V2, 24) vorgesehen ist.

Ferner ist gemäß den Fig. 2 bis 7 vorgesehen, daß die Übersetzung der Vorgelege-Zahnradkette (112, 140, 122) derart gewählt ist, daß sie einen Getriebegang (3.) bildet, der durch Schließen von mindestens einer Kupplungsanordnung (116, 130) einkuppelbar bzw. durch Öffnen auskuppelbar ist.

Bei der in Fig. 8 dargestellten Ausführungsform eines lastschaltbaren Stufenwechselgetriebes nach der Erfindung sind bereits beschriebenen Teilen entsprechende Teile mit gleichen Bezugszahlen versehen. Es enthält eine Lastschaltkupplung 22, vorzugsweise in Form einer Reibkupplung, deren Antriebsseite mit der Motorwelle 16 eines Fahrzeugantriebsmotors 18 und einer ersten Getriebe-Eingangswelle 14 verbunden oder verbindbar ist, und deren Abtriebsseite mit einer zweiten hohlen Getriebe-Eingangswelle 20 drehfest verbunden oder verbindbar ist. Eine Vorgelegewelle V1 eines Teilgetriebes 10 ist über eine Schaltkupplung SK1 und einen Getriebezug 201 mit der ersten Eingangswelle 14 und damit mit der Motorwelle 16 verbindbar, ohne die Lastschaltkupplung 22. Ferner ist diese Vorgelegewelle V1 über eine Schaltkupplung SK2 und einen Getriebezug 202 mit der hohlen Eingangswelle 20 und damit mit der Abtriebsseite der Lastschaltkupplung 22 verbindbar. Dadurch kann die Vorgelegewelle V1 über die beiden Schaltkupplungen SK1 und SK2 wahlweise mit der Antriebsseite und/oder der Abtriebsseite der Lastschaltkupplung 22 verbunden werden. Die Vorgelegewelle V1 ist mit einer Synchronisierereinrichtung 204 zum Synchronisieren der Antriebsseiten und Abtriebsseiten der beiden Schaltkupplungen SK1 und SK2 versehen, für den Fall, daß man beim Herunterschalten von höheren in niedrigere Gänge ein für den Fahrer störendes Hochfahren der Motordrehzahl (Zwischengasgeben) vermeiden möchte.

Eine Getriebewelle 212 eines weiteren Teilgetriebes 12 ist über eine Schaltkupplung SK3, einen Getriebepfad 213 mit einer Vorgelegewelle V2 und die hohle Getriebe-Eingangswelle 20 mit der Abtriebsseite der Lastschaltkupplung 22 verbindbar und alternativ hierzu über eine weitere Schaltkupplung SK4 mit der ersten Getriebe-Eingangswelle 14 und damit auf der Antriebsseite der Lastschaltkupplung 22 mit der Motorantriebswelle 16 verbindbar. Die Getriebewelle 212 des zweiten Teilgetriebes 12 ist mit einer Syn-

chronisierereinrichtung 214 versehen und über eine weitere Schaltkupplung 216 direkt mit der Abtriebswelle 24 verbindbar.

Die Vorgelegewelle V1 des einen Teilgetriebes 10 ist über 5 Zahnräder 218 und 219 mit einer Hohlwelle 220 antriebsmäßig verbunden, durch welche sich die Getriebewelle 212 des anderen Teilgetriebes 12 erstreckt. Mit der Hohlwelle 220 drehfest verbundene Zahnräder 222, 223, 224 und 225 sind mit Zahnrädern 226, 227, 228 bzw. 229 in Eingriff, die 10 frei drehbar auf einer Getriebewelle 230 angeordnet sind und mit dieser je über eine Schaltkupplung 231, 232, 233 bzw. 234 verbindbar sind. Diese Getriebewelle 230 ist außerdem über Kupplungen 235 und 236 mit Zahnrädern 240 bzw. 241 verbindbar, welche mit Zahnrädern 242 bzw. 243 in Eingriff sind, die mit der einen Getriebewelle 212 drehfest verbunden sind. Die Getriebewelle 230 ist über Zahnräder 246 und 248 mit Abtriebswelle 24 drehfest verbunden. Damit ist ein Rückwärtsgang "R" schaltbar und sind die 20 sechs Gänge 1., 2., 3., 4., 5. oder 6. unter Last ohne Unterbrechung des Kraftflusses zwischen der Motorwelle 16 und Abtriebswelle 24 schaltbar.

Die Wellen 16, 14, 212 und 24 sind axial hintereinander angeordnet. Die Wellen V1, V2 und 230 sind parallel dazu angeordnet.

Durch die Verwendung der Lastschaltkupplung 22 als Synchronisierkupplung und durch die Verwendung der Synchronisierereinrichtungen 204 und 214 können alle Schaltkupplungen als formschlüssige Kupplungen ausgebildet sein, vorzugsweise als Klauenkupplungen.

Die Schaltkupplungen und die lastschaltbare Schaltkupplung 22 sowie der Fahrzeugantriebsmotor werden von der elektronischen Steuereinrichtung 28 gesteuert.

Die mit Bezug auf Fig. 1 beschriebenen Betriebsverfahren zum Schalten des lastschaltbaren Stufenwechselgetriebes gelten analog auch für das lastschaltbare Stufenwechselgetriebe von Fig. 8, wobei in der Beschreibung die Vorgelegewelle V2 durch die Getriebewelle 212 zu ersetzen ist.

Patentansprüche

1. Lastschaltbares Stufenwechselgetriebe mit einer Lastschaltkupplung (22) und mit mindestens zwei Teilgetrieben (10, 12), die mit Schaltkupplungen (SK1, SK2, SK3, SK4; 60, 61, 62, 64, 65, 66, 67; 116, 118, 130, 132, 142, 144, 146, 148; 216, 231, 232, 233, 234, 235, 236) versehen sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Lastschaltkupplung (22) durch schaltbare Elemente (SK1, SK2, SK3, SK4) alternativ in eine Antriebsverbindung zwischen einem Antriebsteil (16) und einem der Teilgetriebe (10, 12) oder in eine Antriebsverbindung zwischen dem Antriebsteil (16) einem anderen der Teilgetriebe (10, 12) schaltbar ist und dadurch wechselweise je einem der Teilgetriebe zugeordnet werden kann, und daß das Teilgetriebe oder die Teilgetriebe, welchem oder welchen die Lastschaltkupplung (22) zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht zugeordnet ist, durch eine Antriebsverbindung, welche keine Lastschaltkupplung enthält, mit dem Antriebsteil (16) verbunden oder verbindbar ist bzw. sind.

2. Lastschaltbares Stufenwechselgetriebe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilgetriebe (10, 12) je über eine Schaltkupplung (SK1, SK4) mit der Antriebsseite der Lastschaltkupplung (22) und über eine andere Schaltkupplung (SK2, SK3) mit der Abtriebsseite der Lastschaltkupplung antriebsmäßig verbindbar sind.

3. Lastschaltbares Stufenwechselgetriebe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß an min-

destens einer der Schaltkupplungen ein Synchronlauf zwischen den durch sie zu kuppelnden Rotationselementen durch Reibschlußbetrieb der Lastschaltkupplung (22) einstellbar ist.

4. Lastschaltbares Stufenwechselgetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei mindestens zwei der Schaltkupplungen das Drehmoment von der einen Schaltkupplung (SK2, SK3) auf die andere Schaltkupplung (SK1, SK4) übertragbar ist und hierfür die zu kuppelnden Rotationselemente der anderen Schaltkupplung (SK1, SK4) durch Reibschlußbetrieb der Lastschaltkupplung (22) auf Synchronlauf bringbar sind.

5. Lastschaltbares Stufenwechselgetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Gangstufe doppelt vorhanden ist, so daß bei definierten Schaltungen ein direkter Gangwechsel von einem Quellgang zu einem Zielgang möglich ist, ohne daß dazwischen hilfsweise in einen anderen Gang geschaltet werden muß.

6. Lastschaltbares Stufenwechselgetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zunächst ein Wechsel der Drehmomentübertragung von einem Teilgetriebe (10, 12) auf ein anderes Teilgetriebe (10, 12) und dann wieder zurück auf das eine Teilgetriebe durchführbar ist, wenn ein Quellgang und ein gewünschter Zielgang sich im gleichen Teilgetriebe befinden.

7. Lastschaltbares Stufenwechselgetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Schaltkupplungen (58; 142, 148; 231, 235), welche zum Schalten der jeweils untersten Gangstufe der Teilgetriebe (10, 12) vorgesehen sind, als Synchronisierrkupplungen ausgebildet sind, durch welche die Drehzahlen von zwei miteinander zu kuppelnden Rotationselementen für den Gangschaltvorgang aneinander angleichbar sind, insbesondere bei Rückschaltungen im Schubetrieb.

8. Lastschaltbares Stufenwechselgetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens einige der Schaltkupplungen Klauenkupplungen sind und daß zur Synchronisierung der antriebsseitigen und abtriebsseitigen Teile dieser Klauenkupplungen je mindestens eine zentrale Synchronisierereinrichtung (22; 58; 142, 148; 204, 214; 231, 235) für mehrere dieser Klauenkupplungen vorgesehen ist.

9. Verfahren zum Schalten eines lastschaltbaren Stufenwechselgetriebes nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei Quellgang und Zielgang in unterschiedlichen Teilgetrieben (10, 12) angeordnet sind und im Ausgangszustand das eine, lastführende Teilgetriebe mit einer Motorwelle (16) unter Umgehung einer Lastschaltkupplung (22) verbindbar ist und ein anderes, in den Leistungsfluß zu schaltendes Teilgetriebe (12, 10) mit der Abtriebsseite der Lastschaltkupplung (22) verbindbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Lastschaltkupplung (22) gesteuert oder geregelt geschlossen wird, bis der gewünschte Zielgang das volle Moment übernommen hat; die Schaltkupplung des Quellganges dann lastfrei ausgerückt wird; und dann durch gesteuerte oder geregelte Betätigung der Lastschaltkupplung (22) die Drehzahl des Fahrzeugantriebsmotors (18) angepaßt wird.

10. Verfahren zum Schalten eines lastschaltbaren Stufenwechselgetriebes nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei der Quellgang und der Zielgang in unterschiedlichen Teilgetrieben (10, 12) angeordnet sind und im Ausgangszustand das eine, lastführende Teilgetriebe

mit der Abtriebsseite der Lastschaltkupplung (22) verbindbar ist und ein anderes, in den Leistungsfluß zu schaltendes Teilgetriebe unter Umgehung der Lastschaltkupplung direkt mit der Motorwelle verbindbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltkupplung des Zielganges mit dem betreffenden Losrad in Wirkverbindung gebracht wird; durch eine gesteuerte oder geregelte Betätigung der Lastschaltkupplung (22) das Drehmoment jetzt vollständig vom Zielgang übertragen wird; die Kupplung des Quellganges dann lastfrei ausgerückt wird.

11. Verfahren zum Schalten eines lastschaltbaren Stufenwechselgetriebes nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei Quellgang und Zielgang im gleichen Teilgetriebe (10, 12) angeordnet sind und im Ausgangszustand das eine, lastführende Teilgetriebe (10, 12) unter Umgehung der Lastschaltkupplung (22) mit der Motorwelle (16) verbindbar ist und ein anderes, in den Leistungsfluß zu schaltendes Teilgetriebe (12, 10) mit der Abtriebsseite der Lastschaltkupplung (22) verbindbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß ein in dem genannten anderen Teilgetriebe angeordneter Hilfsgang zur Erzeugung eines Füllmoments verwendet wird, dessen Übersetzungsverhältnis in Leistungsflußrichtung kleiner ist als das Übersetzungsverhältnis von Quellgang und Zielgang; die Lastschaltkupplung (22) gesteuert oder geregelt geschlossen wird, bis der Hilfsgang das Drehmoment vollständig übernommen hat; die Kupplung des Quellganges dann lastfrei ausgerückt wird; durch eine gesteuerte oder geregelte Betätigung der Lastschaltkupplung (22) die Drehzahl des Fahrtriebsmotors (18) angepaßt wird; die Kupplung des Zielganges mit dem entsprechenden Losrad in Wirkverbindung gebracht wird; durch eine gesteuerte oder geregelte Betätigung der Lastschaltkupplung das Drehmoment jetzt vollständig vom Zielgang übertragen wird und damit der Hilfsgang lastfrei ausgerückt wird.

12. Verfahren zum Schalten eines lastschaltbaren Stufenwechselgetriebes nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei der Quellgang und der Zielgang im gleichen Teilgetriebe (10, 12) angeordnet sind und im Ausgangszustand das eine, lastführende Teilgetriebe mit der Abtriebsseite der Lastschaltkupplung (22) verbindbar ist und ein anderes, in den Leistungsfluß zu schaltendes Teilgetriebe direkt mit der Motorwelle (16) verbindbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß ein in dem eingangs genannten anderen Teilgetriebe angeordneter Hilfsgang zur Erzeugung eines Füllmomentes verwendet wird, dessen Übersetzungsverhältnis in Leistungsflußrichtung kleiner ist als das Übersetzungsverhältnis von Quellgang und Zielgang; die Lastschaltkupplung (22) gesteuert oder geregelt geöffnet wird, bis die Drehzahl des Fahrtriebsmotors (18) zum Einrücken dieses Hilfsanges angepaßt ist; die Kupplung des Hilfsanges mit dem betreffenden Losrad in Wirkverbindung gebracht wird; durch eine gesteuerte oder geregelte Betätigung der Lastschaltkupplung das Drehmoment jetzt vollständig vom Hilfsgang übertragen wird; die Kupplung des Quellganges damit lastfrei ausgerückt wird; die Kupplung des Zielganges mit dem betreffenden Losrad in Wirkverbindung gebracht wird; durch eine gesteuerte oder geregelte Betätigung der Lastschaltkupplung das Drehmoment jetzt vollständig vom Zielgang übertragen wird.

13. Lastschaltbares Stufenwechselgetriebe, enthaltend mindestens eine Eingangswelle (14; 20), mindestens ein Teilgetriebe (12, V2, 24), mindestens eine Zahnradkette (108, 107, 106; 104, 103, 102) zwischen der

mindestens einen Eingangswelle (14; 20) und dem
mindestens einen Teilgetriebe, mindestens eine Kupp-
plungsanordnung (146; SK3, 144), wobei die Überset-
zung der Zahnradkette (108, 107, 106; 104, 103, 102)
derart gewählt ist, daß die Zahnradkette einen Getrie- 5
begang (4.) bildet, der durch Schließen der mindestens
einen Kupplungsanordnung (146; SK3, 144) einkup-
pelbar bzw. durch Öffnen auskuppelbar ist.

14. Lastschaltbares Stufenwechselgetriebe nach An-
spruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Ein- 10
gangswellen (14; 20) vorgesehen sind, von welchen
jede eine Zahnradkette (108, 107, 106; 104, 103,
102) aufweist, deren Übersetzung derart gewählt ist,
daß sie einen Getriebegang (4.K_M, 4.K_K) bildet, der
durch Schließen einer Kupplungsanordnung (146; 15
SK3, 144) einkuppelbar bzw. durch Öffnen auskuppel-
bar ist.

15. Lastschaltbares Stufenwechselgetriebe nach An-
spruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die eine Ein-
gangswelle (14) sich durch die andere Eingangswelle 20
(20) hindurcherstreckt, die als Hohlwelle ausgebildet
ist, daß eine Vorgelege-Hohlwelle (V1) vorgesehen ist,
welche axial zur hohlen Eingangswelle (20) angeord-
net ist und durch welche sich die eine Eingangswelle
(14) ebenfalls erstreckt, daß die Vorgelege-Hohlwelle 25
(V1) durch eine Kupplungsanordnung (SK1, SK2) mit
der einen und/oder anderen der beiden Eingangswellen
(14; 20) kuppelbar ist, daß mindestens eine Vorgelege-
Zahnradkette (112, 140, 122) zwischen der Vorge- 30
lege-Hohlwelle (V1) und dem mindestens einen Teil-
getriebe (12, V2, 24) vorgesehen ist.

16. Lastschaltbares Stufenwechselgetriebe nach An-
spruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Überset-
zung der Vorgelege-Zahnradkette (112, 140, 122)
derart gewählt ist, daß sie einen Getriebegang (3.) bil- 35
det, der durch Schließen von mindestens einer Kupp-
plungsanordnung (116, 130) einkuppelbar bzw. durch
Öffnen auskuppelbar ist.

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

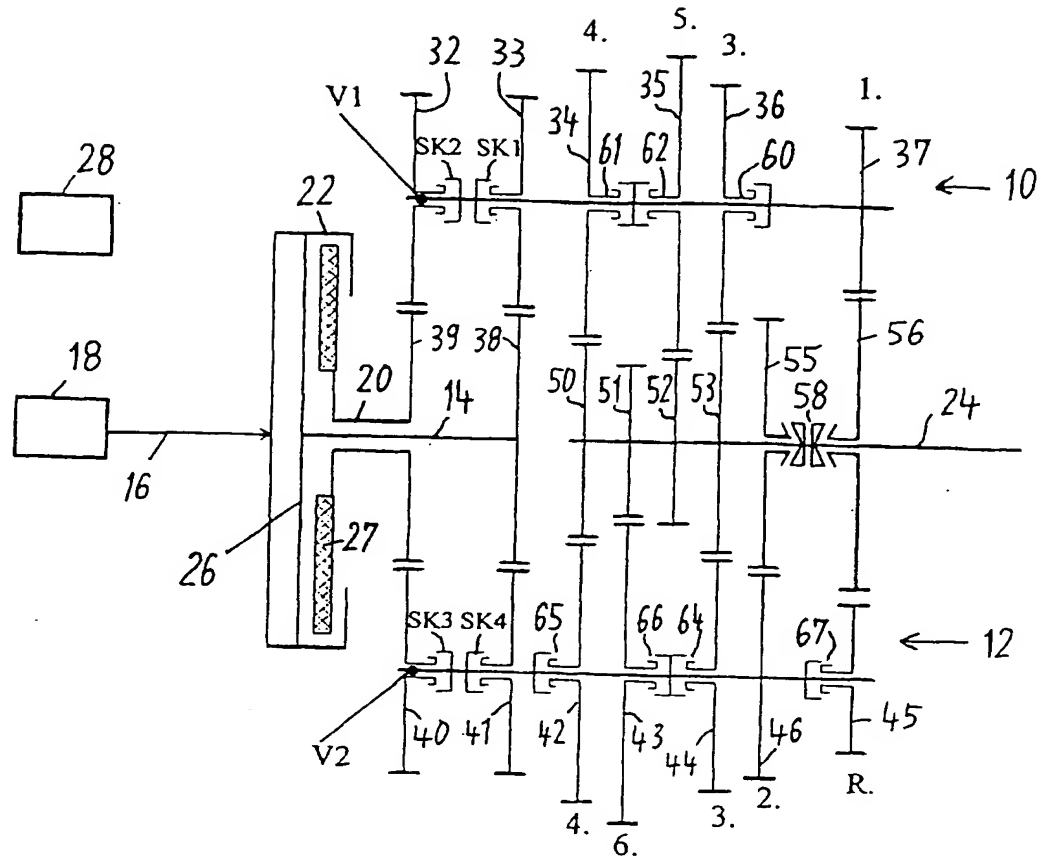


Fig.1

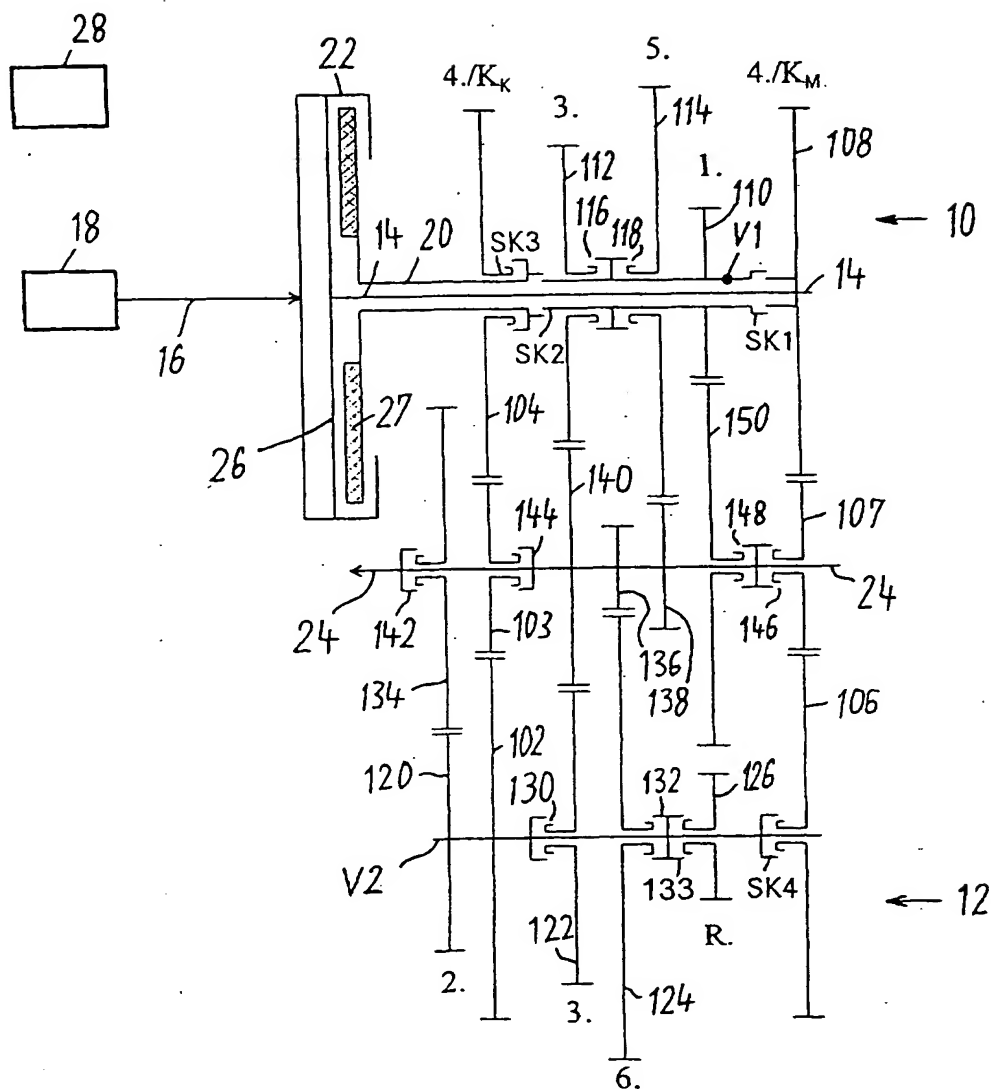


Fig.2

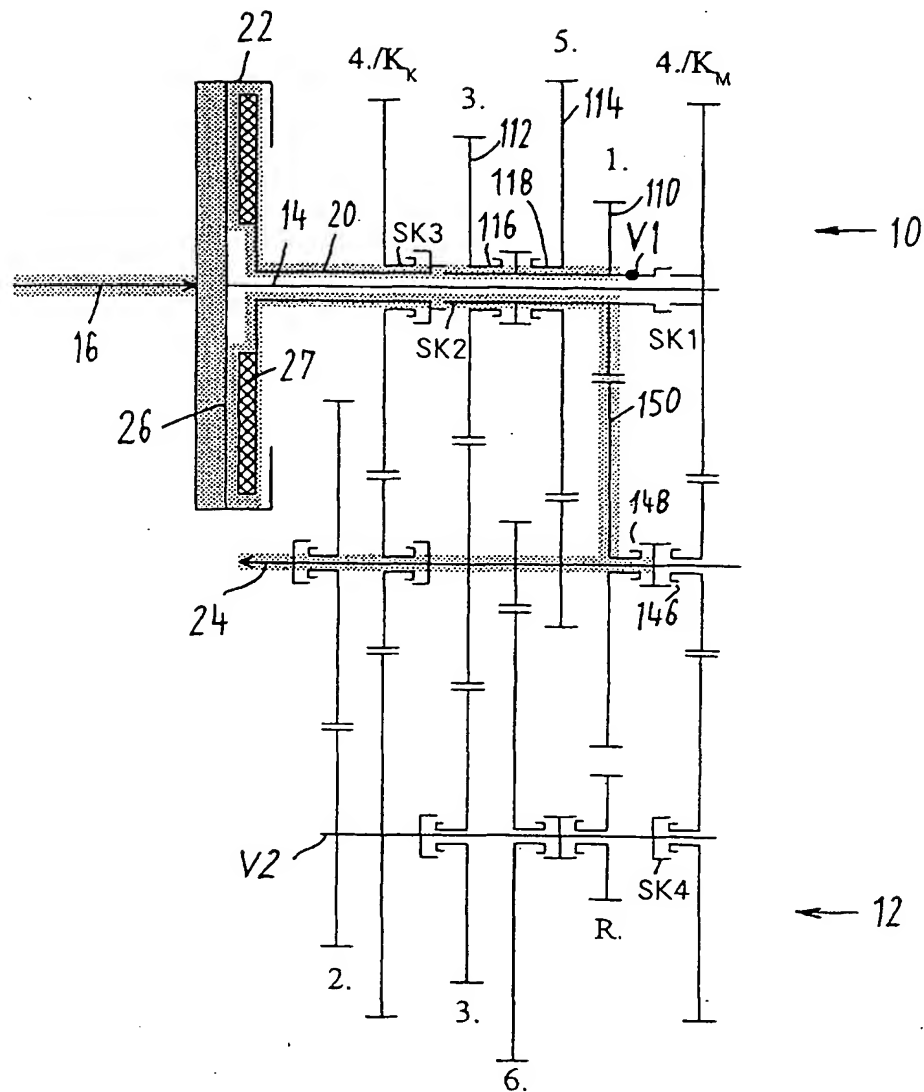


Fig.3

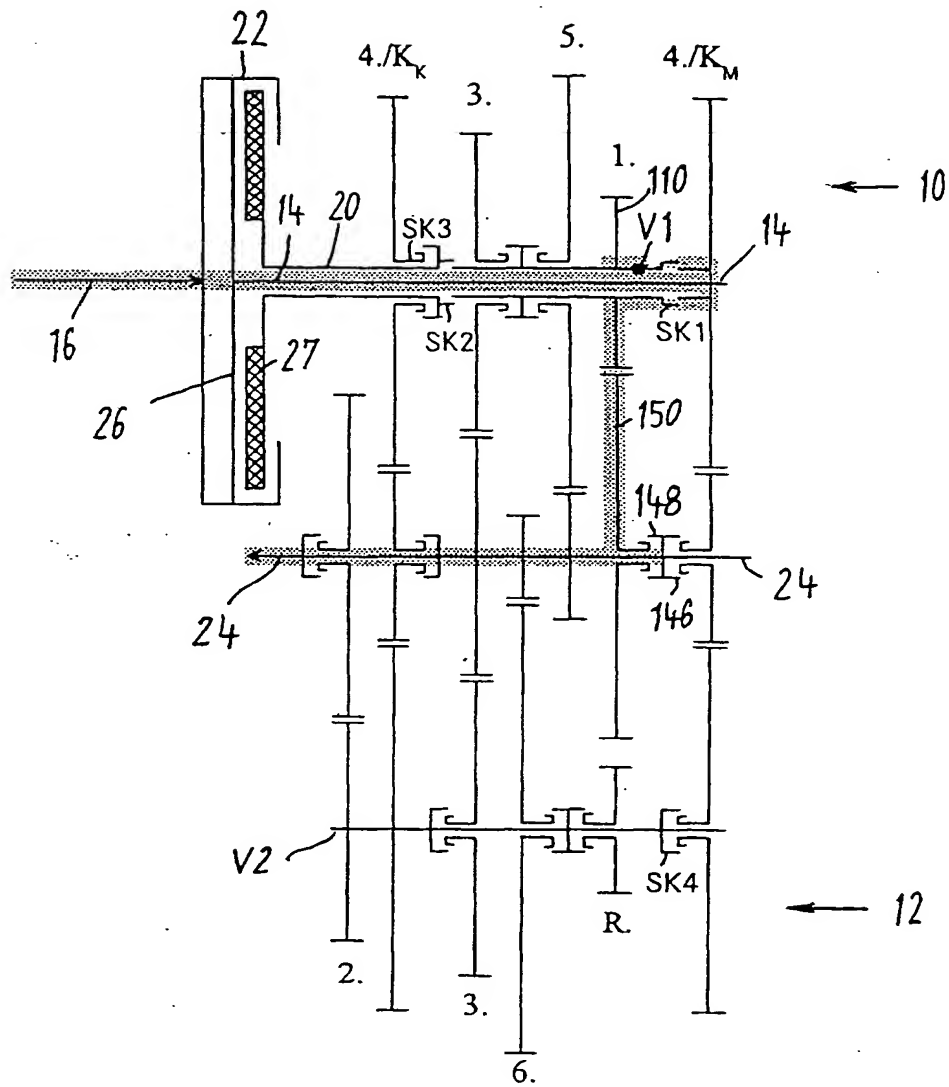


Fig.4

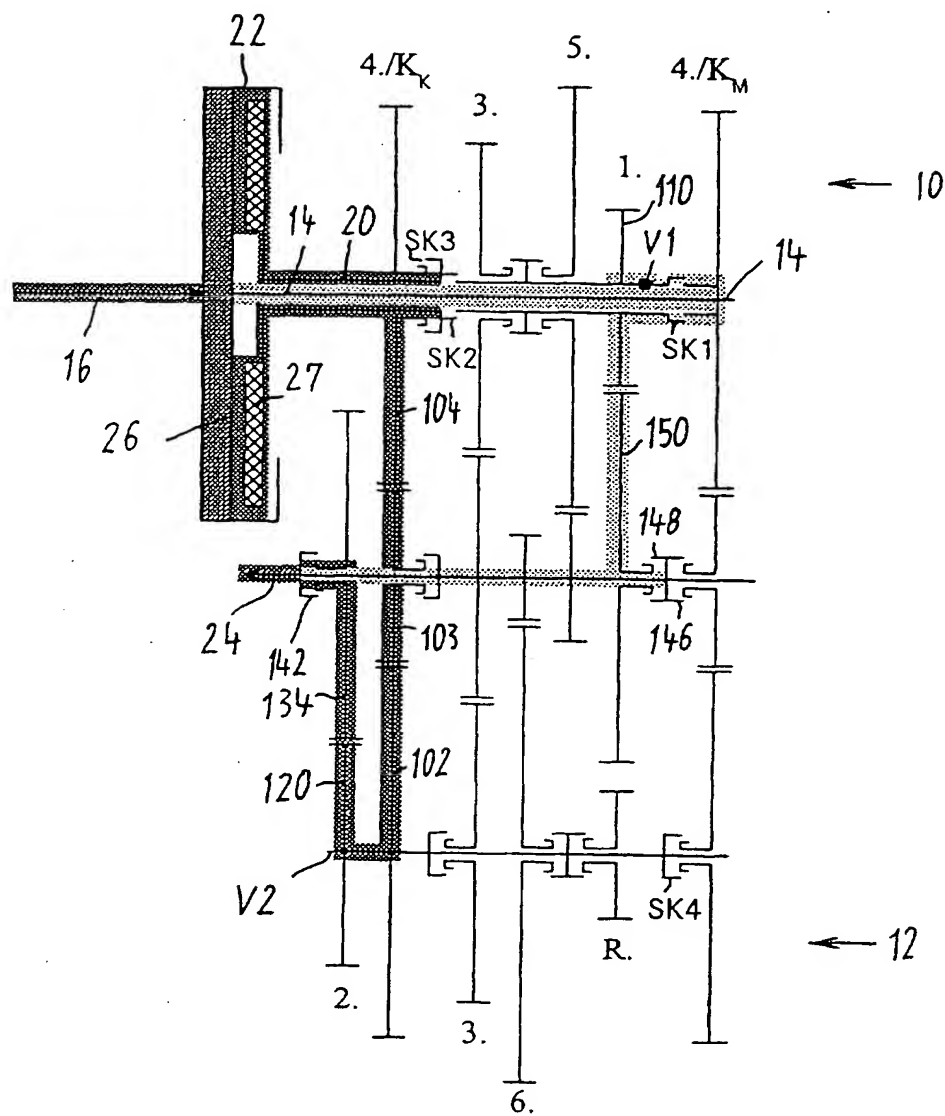


Fig.5

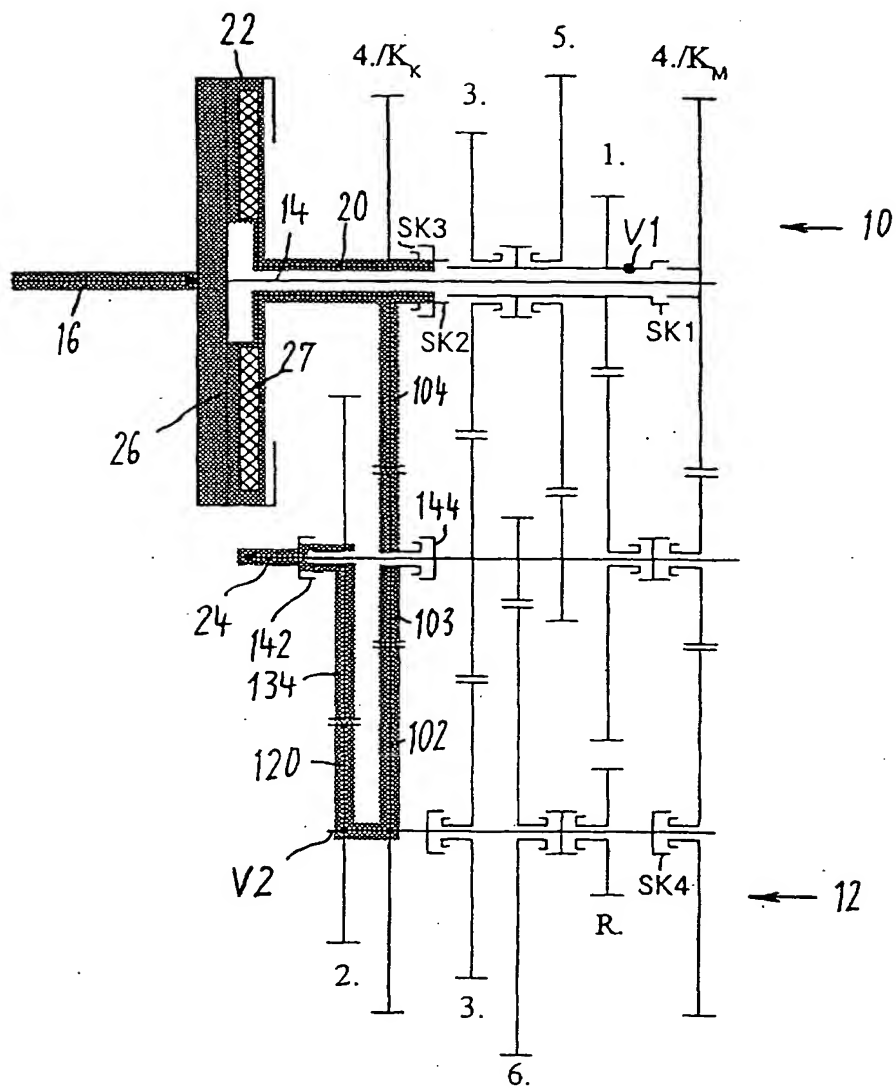


Fig.6

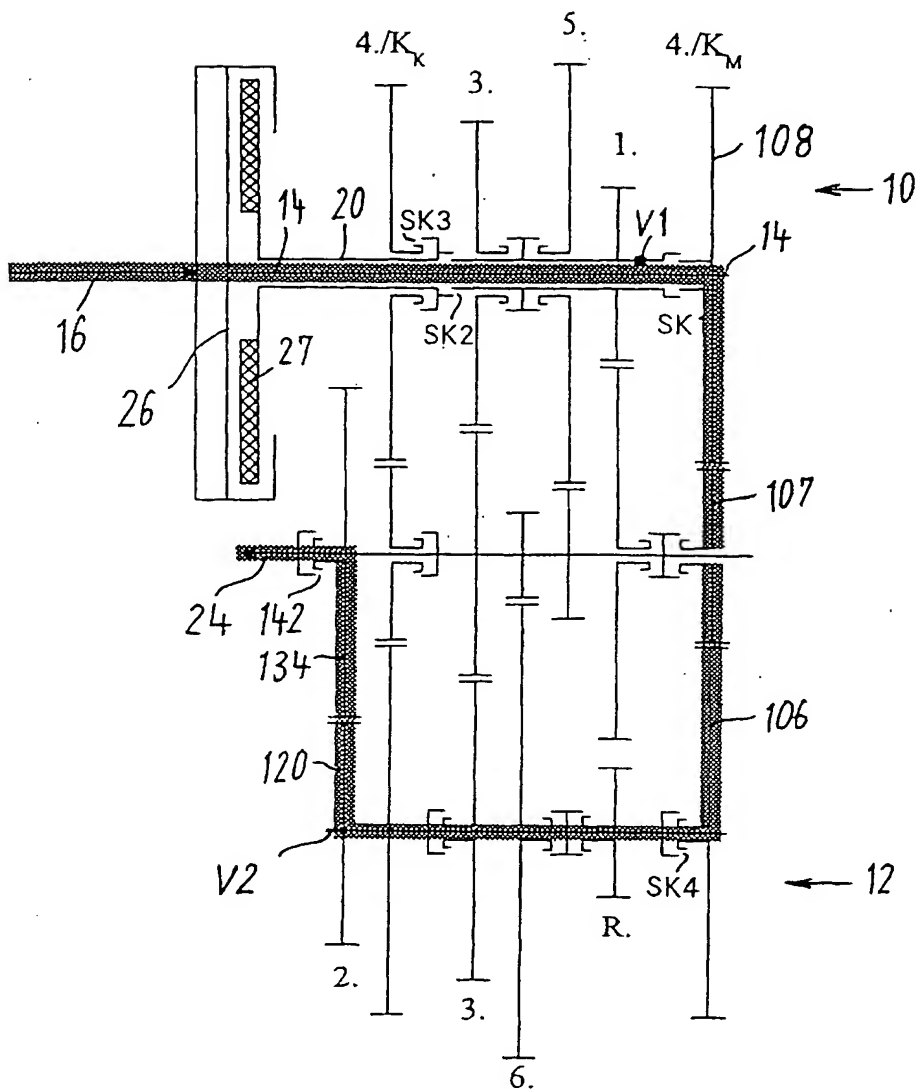


Fig.7

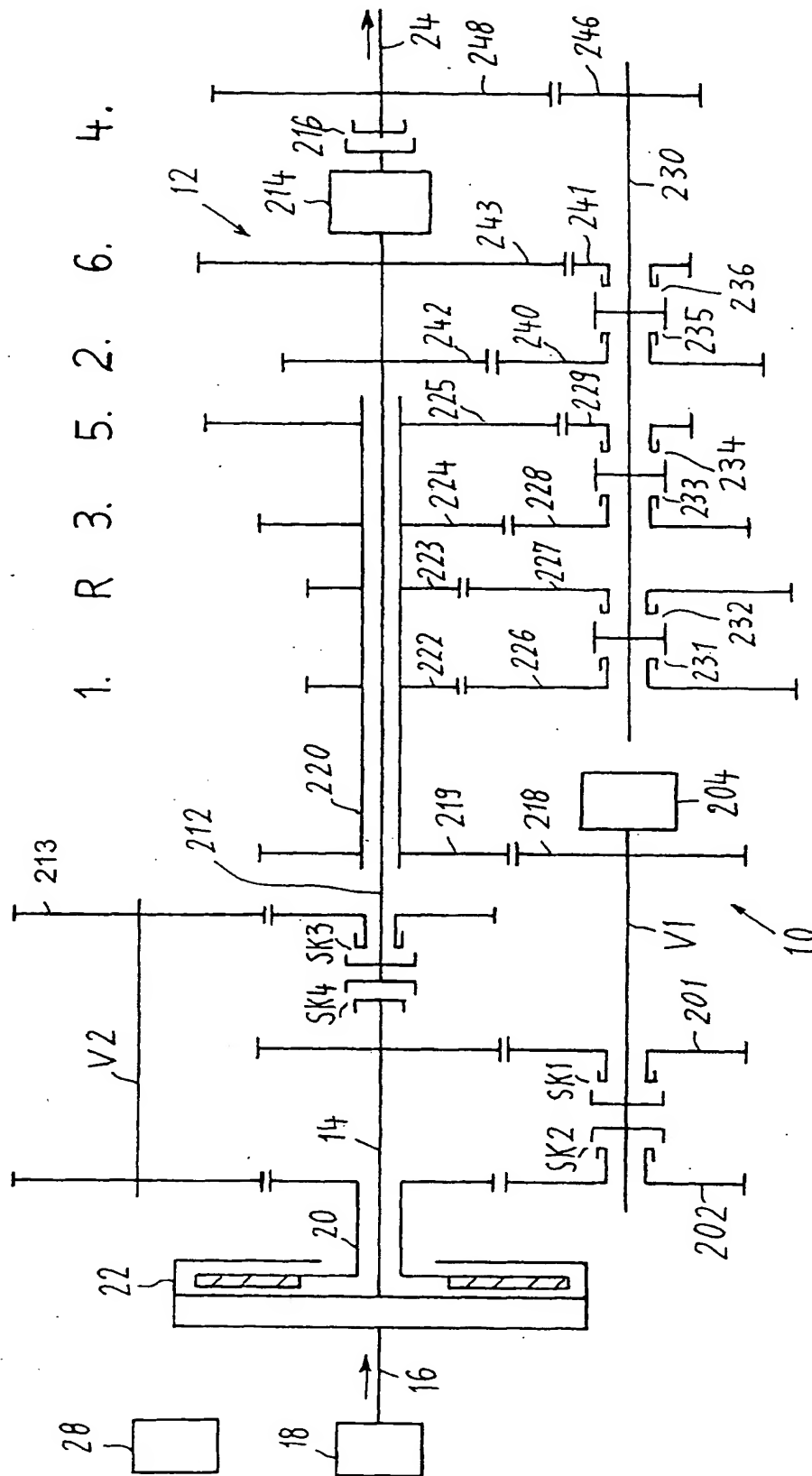


Fig. 8